



e s c u e l a
p o l i t é c n i c a
s u p e r i o r
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA

PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA

**Puesta en riego por cobertura total enterrada
y riego localizado de 94,22 ha en la
localidad de La Cartuja de Monegros
(Huesca)**

DOCUMENTO 1: MEMORIA

AUTOR:	Miguel Sanz Pérez
ENSEÑANZA:	Ingeniería Técnica Agrícola
DIRECTOR/ES:	Jesús Guillén Torres

1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.

Se redacta el presente proyecto “Puesta en riego por cobertura total enterrada y goteo de 94,22 ha en la localidad de La Cartuja de los Monegros (Huesca)”, de tal forma que los documentos que integran el proyecto sirvan de base para la ejecución de la instalación proyectada.

La finca tiene una extensión total de 94,22 ha, ella se divide por medio de un camino que parte la finca en dos partes, una de una extensión de 60,23 ha que dedicaremos a los cultivos regados por cobertura total enterrada y otra con un total de 33,99 ha dedicadas para los cultivos con sistema de riego localizado.

El agua procede del canal de Monegros que linda con nuestras parcelas.

- Objeto del proyecto.

El objeto del presente proyecto es la puesta en regadío de la parcela y poder abastecerla del agua de riego necesaria para asegurar su producción.

Para poder llevar a cabo la puesta en regadío, se hace necesario el diseño de las conducciones e instalaciones de tuberías y los distintos sistemas de riego a nivel de parcela.

Para el desarrollo del presente proyecto se seguirán los siguientes pasos:

- Lo primero se hará un análisis exhaustivo del clima de la zona, así como otro del suelo de nuestra parcela y del agua del canal de Monegros para conocer algún factor limitante para alguno de los cultivos a implantar.
- Se desarrollará un calendario a realizar en 10 años de una rotación de cultivos, propuesta como una variante para conseguir buenos rendimientos y un buen trato con el suelo. Se hará un calendario para cada tipo de riego.
- Se calcularán las necesidades hídricas de cada cultivo propuesto, para saber el agua que debemos utilizar para el mejor desarrollo de los cultivos.
- Se hará un cálculo hidráulico para dimensionar la red de tuberías, calculando para ello las pérdidas de carga y hallando los diámetros correspondientes a cada tramo de la red.
- Se realizará un presupuesto total del proyecto, para conocer su coste con la idea de una implantación futura.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.

En el sur este de la provincia Huesca nos encontramos con la comarca de Monegros. La Cartuja de Monegros está dentro de esta comarca. Se encuentra al suroeste de la comarca de los Monegros.

La comarca de Monegros se extiende a caballo sobre las provincias de Zaragoza y Huesca, en torno a la sierra de Alcubierre, desde las riberas del Ebro hasta el Somontano oscense, y desde la ribera del Gállego a la del Cinca.

- Situación.

El municipio de La Cartuja de Monegros está situado, como se ha dicho en el apartado anterior, en la zona suroeste de la comarca de los Monegros. Está rodeado por los municipios de: Pallaruelo de Monegros, Lanaja, San Juan de Flumen y Sariñena

Los pueblos más cercanos y sus distancias a La Cartuja de Monegros son: Lanaja, a 5,8 Km.; Pallaruelo de Monegros, a 10,7 Km.; San Juan de Flumen, a 6,2 km; Sariñena, a 15,5 Km.

Las carreteras más importantes de acceso a La Cartuja de Monegros son:

- Calle de Pallaruelo desde Lanaja.
- CHE-1440 desde San Juan de Flumen
- A-230 de Sariñena A Pallaruelo y luego A-1221 desde Pallaruelo a La Cartuja de Monegros.

Desde el punto de vista litológico los materiales que aparecen son del mioceno y están afectados por una deformación “póstuma” de edad postmiocénica de carácter anticlinal que da lugar a pendientes muy suaves. Al pie de esta sierra, donde se encuentran los glaciares, aparecen los materiales detríticos (cantos angulosos predominantemente calizos)

- Descripción edafológica de la zona.

Para la descripción edafológica se ha utilizado el sistema de clasificación denominado *Soil Taxonomy*. Este sistema utiliza “horizontes diagnóstico” para diferenciar los ordenes.

En el caso de nuestra zona este horizonte es *Ochrice*, que se caracteriza por tener colores claros, texturas equilibradas o francas con tendencias gruesas o arenosas, con poca materia orgánica y generalmente poco espesor. Las condiciones climáticas de la zona favorecen la formación de este horizonte al no permitir la acumulación de materia orgánica, y la abundancia de caliza hace que al eliminarse parcialmente el calcio de este horizonte por lavado y no quedar saturado el humus por el mismo, el incremento de materia orgánica sea difícil.

- Descripción de las clases agrológicas.

En toda la superficie encontramos tres zonas:

- **CLASE II_s**: Son aquellos terrenos en los que actualmente se están realizando trabajos para su puesta en riego, así como los situados en terrazas que se encuentran en regadío y otros de secano cuya única limitación es el agua.
- **CLASE III_s**: Comprende los suelos que, aun siendo capaces de soportar un laboreo intensivo, presentan limitaciones que obligan a tomar ciertas medidas para evitar la pérdida de su capacidad productiva. Presentan en algunas zonas erosión moderada (pendientes menores del 10%) así como cierta pedregosidad, defectos en la permeabilidad e insuficiente profundidad del suelo. No obstante, estas características no perjudican en gran medida las labores y la rentabilidad de los cultivos. En esta clase están incluidas las tierras de saso.
- **CLASE VIII**: Abarca los terrenos que no ofrecen ningún aprovechamiento agrícola o forestal. Está formado por superficies rocosas, ríos, arroyos, núcleos urbanos y zonas con pendientes superiores al 50%.

- Descripción hidrológica.

El canal de Monegros es de donde vamos a sacar el agua. Tiene una longitud total de 133 kilómetros y se divide en dos tramos. El segundo tramo empieza cuando se junta en Tardienta con el canal del Cinca. El agua proviene del embalse de la Sotonera que se alimenta de diversos ríos como el Sotón, el Astón, la alberca de Alboré y parte del río Gallego.

Aquí medimos los caudales anuales medios cogidos de una estación de aforo de la confederación hidrográfica del Ebro (CHE) situada en el inicio del canal de Monegros en el pantano de la Sotonera.

Canal de Monegros	
Meses	Caudal Medio (m3/s)
Enero	1,217
Febrero	1,805
Marzo	4,847
Abril	14,477
Mayo	13,99
Junio	14,566
Julio	18,468
Agosto	17,615
Septiembre	11,305
Octubre	4,314
Noviembre	1,022
Diciembre	0,668

Así pues, en función de estos datos medios vemos que se puede implantar cualquier alternativa de cultivos ya que las dotaciones son superiores a las necesarias en cualquier momento del año.

3.- ESTUDIO CLIMATOLÓGICO.

La puesta en riego de una zona depende del clima y del cultivo a instalar, ya que en función de estos se diseñará la instalación. El desarrollo o crecimiento de las plantas y

las dosis de riego dependen del clima y del cultivo, por esto es necesario realizar un estudio climático de la zona.

Los datos climáticos para la realización del estudio climatológico se han tomado de la estación meteorológica de Lanaja, dado que es la más cercana a la parcela objeto de la transformación y cuyas coordenadas son 721315.0x , 4629695.0y, huso 30 ; a una altura de 368 metros sobre el nivel del mar. La serie de datos termopluviométricos tomada corresponde a un periodo de 9 años, de 2003 a 2012.

- Temperaturas.

Esta es una zona muy favorecida desde el punto de vista técnico, ya que la temperatura media de los meses más cálidos es mayor de 21°C, por lo que se pueden implantar cultivos que tengan altas exigencias de temperatura siempre y cuando exista agua suficiente.

El clima se puede considerar como mediterráneo continental, con temperaturas medias anuales de unos 13 a 14°C, con unas temperaturas medias del mes más frío de 4°C y con unas temperaturas medias en los meses más cálidos de unos 21 a 23 °C. El periodo de frío es de una duración de alrededor de 5 a 6 meses, pero poco intenso, siendo diciembre el mes más frío y agosto el más cálido.

- Periodo de heladas.

Analizando la serie climática observamos que el máximo intervalo de heladas es desde el 16 de octubre hasta el 15 de abril. Esto significa que tenemos como máximo un número de 181 días con riesgo de heladas y un total de 184 días sin riesgo de heladas.

- Precipitaciones.

La zona en la que nos encontramos tiene unas precipitaciones mayores en las estaciones de primavera y otoño. Con las precipitaciones medias históricas se ve que en invierno y verano las cifras son un poco menores que en otoño e invierno. Debe tenerse en cuenta que las precipitaciones en verano suelen ser normalmente de carácter tormentoso y por lo tanto la intensidad de lluvia es mayor y por consiguiente los días de lluvia menores que en otras estaciones.

El mes que presenta una mayor pluviometría es el mes de mayo con una media de 54,4 mm, en cambio el mes menos lluvioso es el de julio con una

precipitación media de 20,7 mm. Estos meses presentan una gran variabilidad a lo largo de los años en los que algunos llueve mucho y en otros años no ha llovido nada.

El mes con el mayor número de días de lluvia es abril con una media de 7,22 días y el mes que presenta un menor número de días de lluvias es julio con 3,55 días.

- Régimen de heladas.

Según Emberger el período frío con riesgo de heladas es de Abril a octubre (211 días).

Según Papadakis la estación media libre de heladas ($t \geq 0^{\circ} \text{C}$) es de 216 días.

- Cálculo del número de horas frío.

Para su determinación se toman como referencia varios criterios:

- Según Mota, el número de horas frío es de 1758 horas.
- Según Tabuenca, el número de horas frío es de 2031 horas.

- El viento.

El mes más ventoso es Marzo, con la velocidad media más alta. Se observa un predominio de vientos con direcciones entre 330° y 360° , que se corresponden con el conocido cierzo.

- Humedad relativa.

La humedad relativa es un dato necesario para el cálculo de la ET_0 . Se observa que la humedad relativa media anual está por encima del 68%; los meses de mayor y menor humedad relativa media son enero (82,52%) y julio (55,6%) respectivamente.

-CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS (INDICES CLIMÁTICOS).

- Índice de Lang.

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang dice que se trata de una **zona árida**.

- Índice de Martonne.

La caracterización climática, según el índice de Martonne, nos dice que el clima es característico de **estepas y países secos mediterráneos**.

- Índice de Dantin Cereceda y Revenga.

Según este índice se trata de una **zona semiárida.**

- CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS.

- Clasificación agroecológica de Papadakis (1960).

Papadakis considera que no son los valores absolutos que alcancen los factores climáticos los representativos de una clasificación agroclimática, sino las respuestas de los distintos cultivos. Por ello propone una clasificación en la que se utilizan fundamentalmente factores obtenidos a partir de valores extremos de los factores climatológicos. Esta clasificación se apoya en las siguientes caracterizaciones:

- Rigor del verano.
- Calor del verano.

A cada una de las características anteriores se le asigna una sigla representativa y, con ellas, se compone la fórmula climática de Papadakis.

Rigor del invierno.

Según el rigor del invierno es de tipo Avena (**av**) **fresco**, ya que la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío (enero) es de $-7,2^{\circ}\text{C}$ que es mayor a -10°C , y la temperatura media de las máximas absolutas del mes más frío son superiores a 10°C ($t^a = 18.88^{\circ}\text{C}$). Sin embargo las temperaturas mínimas del mes más frío no son mayores a -4°C .

Calor del verano.

Según el calor del verano corresponde al tipo algodón (**G**), ya que la estación libre de heladas dura más de 4 meses y medio y la temperatura media de las máximas del semestre más cálido (de mayo a octubre) es de $32,43^{\circ}\text{C}$ que es superior a 25°C . La media de las máximas del mes más cálido (Julio) es $36,3^{\circ}\text{C}$ mayores de $33,5^{\circ}\text{C}$.

Combinando los tipos correspondientes al rigor del invierno y calor del verano, puede decirse que la clase térmica de la zona es **avG, clima continental**

- Clasificación climática de Köppen.

Es una clasificación climática basada en el crecimiento de la vegetación y, en consecuencia, su criterio se basa en el grado de aridez y la temperatura. Define diferentes tipos de clima según los valores representativos de la temperatura y

precipitación de una región, independientemente de su situación geográfica. Así pues, según la clasificación de Köppen, nos encontramos en una **zona húmeda**.

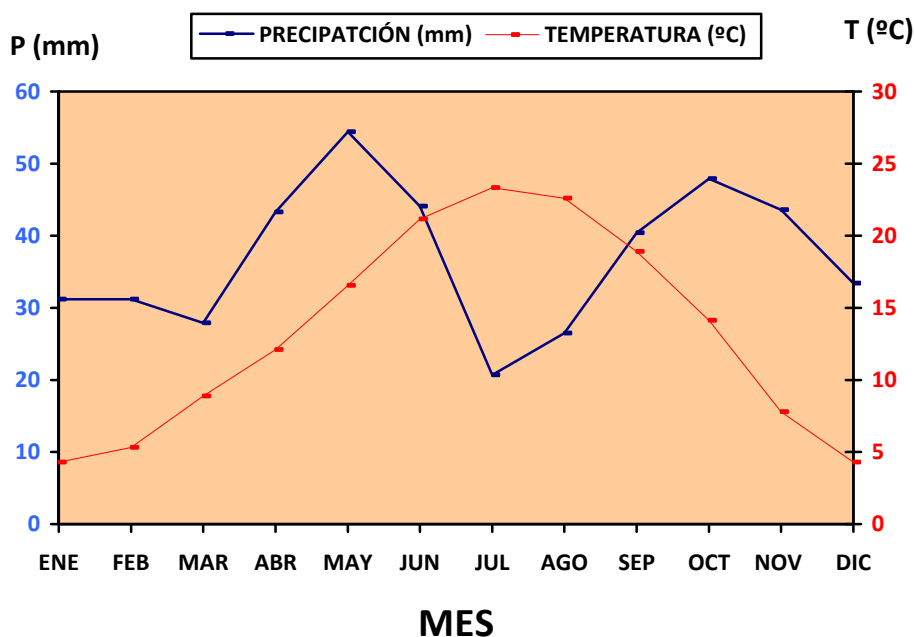
- Clasificación bioclimática de UNESCO-FAO (1963).

- **Temperaturas.**

El mes más frío es enero, cuya temperatura media es de 4.3 °C, por lo tanto se encuentra dentro del **GRUPO 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos**. Como la temperatura media de las mínimas del mes más frío es de -7,3°C, entonces tenemos un **invierno muy frío**.

- **. Aridez.**

Se observa un periodo seco en el que la curva pluviométrica está por debajo de la térmica, y comprende los meses de, junio, julio, agosto hasta el día 20. Como periodo subseco los restantes meses. Por lo tanto el clima de la zona se define como **monoxerico**.



- **Índices xerotérmicos.**

Para caracterizar la intensidad de la sequía, se utilizan los índices xerotérmicos. El índice xerotérmico mensual (X_m) señala el número de días del mes que pueden considerarse biológicamente secos. Se obtiene un total de 62,36, por lo tanto este valor pertenece al intervalo $40 < IP_x < 75$, por lo tanto le corresponde la clasificación climática de **mesomediterráneo atenuado**.

De acuerdo con los valores de estos tres factores se engloba el clima dentro de los **cálidos, templado-cálido y templado**, es **monoxérico** y se clasifica como **mesomediterráneo atenuado**.

- Clasificación climática de Thornthwaite (1948).

- Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP).

La ETP anual es de 755,8 mm/año.

Thornthwaite clasifica el clima según una fórmula compuesta de cuatro letras y unos subíndices. Las dos primeras letras, mayúsculas, corresponden al índice de humedad y a la eficacia térmica de la zona. La tercera y cuarta, minúsculas, corresponden a la variación estacional de la humedad y a la concentración térmica en verano.

En consecuencia, el clima de la zona, de acuerdo con los datos obtenidos puede representarse por la siguiente fórmula climática, según Thornthwaite:

$$D B'_2 d b'_1$$

“Clima seco subhúmedo, segundo mesotérmico, con nulo exceso de humedad durante el invierno y moderada concentración de la eficacia térmica en verano”.

- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN.

- Cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET₀) por el método de Blaney-Criddle-FAO.

Este método se basa en la ecuación formulada por Blaney-Criddle modificada por Doorembos y Pruitt (1977) para la FAO, se obtiene una evapotranspiración anual de **1432,04 mm/año**.

- Evapotranspiración del cultivo (ET_c).

Para el cálculo de la ET_c de cada cultivo se utiliza la ET₀ que se ha calculado anteriormente por el método Blaney-Criddle-FAO.

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

Donde :

ET_0 = Evapotranspiración de referencia, media de los métodos utilizados.

K_c = coeficiente del cultivo. Depende del cultivo y la fase de desarrollo.

Los cultivos considerados a implantar en la zona se recogen en el anejo 6 (Rotación de cultivos). En los meses comprendidos desde después de la recolección hasta la siembra no hay ET_c . Los resultados de la ET_c mensual en mm para cada uno de los cultivos considerados son los siguientes:

CEBADA (<i>Hordeum vulgare</i>)			
SIEMBRA	05-nov	RECOLECCION	05-jul
	ET_0	K_c	ET_c
NOVIEMBRE	39,62	0,72	28,53
DICIEMBRE	21,8	0,73	15,91
ENERO	27,87	0,86	23,97
FEBRERO	44,04	1,02	44,92
MARZO	93,21	1,1	102,53
ABRIL	115,75	1,1	127,33
MAYO	172,51	0,86	148,36
JUNIO	214,91	0,29	62,32
		TOTAL:	553,87

MAIZ (<i>Zea mays</i>)			
SIEMBRA	01-may	RECOLECCION	15-oct
	ET_0	K_c	ET_c
MAYO	172,51	0,53	91,43
JUNIO	214,91	0,75	161,18
JULIO	246	1,08	265,68
AGOSTO	215,77	1,11	239,50
SEPTIEMBRE	146,82	0,96	140,95
OCTUBRE	93,74	0,62	58,12
		TOTAL:	956,86

ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>)			
SIEMBRA		RECOLECCION	
	ET₀	K_c	ET_c
ENERO	27,87	0,89	24,80
FEBRERO	44,04	0,89	39,20
MARZO	93,21	0,89	82,96
ABRIL	115,75	0,89	103,02
MAYO	172,51	0,89	153,53
JUNIO	214,91	0,89	191,27
JULIO	246	0,89	218,94
AGOSTO	215,77	0,89	192,04
SEPTIEMBRE	146,82	0,89	130,67
OCTUBRE	93,74	0,89	83,43
NOVIEMBRE	39,62	0,89	35,26
DICIEMBRE	21,8	0,89	19,40
		TOTAL:	969,88

GIRASOL (<i>Helianthus annus</i>)			
SIEMBRA	10-may	RECOLECCION	20-sep
	ET₀	K_c	ET_c
MAYO	172,51	0,51	87,98
JUNIO	214,91	0,71	152,59
JULIO	246	1	246,00
AGOSTO	215,77	0,98	211,45
SEPTIEMBRE	146,82	0,65	95,43
		TOTAL:	793,45

VEZA (<i>Vicia sativa</i>)			
SIEMBRA	20-sep	RECOLECCION	20-abr
	ET ₀	K _c	ET _c
SEPTIEMBRE	146,82	0,59	86,62
OCTUBRE	93,74	0,6	56,24
NOVIEMBRE	39,62	0,78	30,90
DICIEMBRE	21,8	1	21,80
ENERO	27,87	1,03	28,71
FEBRERO	44,04	1,03	45,36
MARZO	93,21	1,03	96,01
ABRIL	115,75	1	115,75
		TOTAL:	481,40

HABA (<i>Vicia faba</i>)			
SIEMBRA	01-feb	RECOLECCION	30-abr
	ET ₀	K _c	ET _c
FEBRERO	44,04	0,5	22,02
MARZO	93,21	1,15	107,19
ABRIL	115,75	1,1	127,33
		TOTAL:	256,54

CEBOLLA (<i>Allium cepa</i>)			
SIEMBRA	01-mar	RECOLECCION	20-sep
	ET ₀	K _c	ET _c
MARZO	93,21	0,6	55,93
ABRIL	115,75	0,6	69,45
MAYO	172,51	0,71	122,48
JUNIO	214,91	0,91	195,57
JULIO	246	1,01	248,46
AGOSTO	215,77	1	215,77
SEPTIEMBRE	146,82	0,85	124,80
		TOTAL:	1032,45

TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i>)			
SIEMBRA	01-may	RECOLECCION	25-sep
	ET₀	K_c	ET_c
MAYO	172,51	0,53	91,43
JUNIO	214,91	0,79	169,78
JULIO	246	1,06	260,76
AGOSTO	215,77	1,06	228,72
SEPTIEMBRE	146,82	0,97	142,42
		TOTAL:	893,10

PIMIENTO (<i>Capsicum annum</i>)			
SIEMBRA	15-may	RECOLECCION	30-sep
	ET₀	K_c	ET_c
MAYO	172,51	0,49	84,53
JUNIO	214,91	0,55	118,20
JULIO	246	0,89	218,94
AGOSTO	215,77	1,01	217,93
SEPTIEMBRE	146,82	0,96	140,95
		TOTAL:	780,55

4.- ESTUDIO EDAFOLÓGICO.

El suelo es el material de sustento de nuestros cultivos, por lo tanto, se hace necesario un estudio de sus características para intentar tener un mejor control sobre el cultivo y las necesidades de éste.

El estudio realizado a continuación está basado en los análisis de suelo de una finca próxima a la del proyecto, para ello se analizaron varias muestras de la zona a transformar en el Laboratorio Agroambiental del Servicio de Investigación Agraria del Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón.

El análisis de suelos no es una finalidad en sí misma, sino que los resultados que proporcionan han de ser correctamente interpretados desde el punto de vista agronómico. A todo esto hay que añadir que el estudio del suelo comienza en el campo y que las determinaciones analíticas se van a realizar sobre una reducida

muestra. Teniendo en esto cuenta, los resultados analíticos serán extrapolables al campo y podrán tener la aplicación que se pretende.

- CARACTERIZACION GENERAL DEL SUELO.

- Muestreo.

Para el conocimiento de las características particulares del suelo estudiado, se tomaron tres muestras en la zona. Las muestras se recogieron a una profundidad de 30 cm.

- Resultados obtenidos.

- Caracteres físicos del perfil edáfico.

GRANULOMETRÍA	
Elementos gruesos(> 2 mm)	9%
Arena gruesa (0,5 - 2 mm)	15%
Arena fina (0,05-0,5 mm)	37%
Limo (0,002 - 0,05 mm)	25%
Arcilla (< 0,002 mm)	23%

Con los datos obtenidos se determina la clase textural del suelo entrando para ello en el triángulo de texturas, y resulta ser un suelo **Franco-Arcillo-Arenoso.**

ESTRUCTURA	
Profundidad (m)	0,70
Densidad real (Tm/m3)	2,60
Densidad aparente (Tm/m3)	1,27
Porosidad (%Volumen)	0,51

- Caracteres hídricos del perfil edáfico.

CC	20
PMP	11
Agua útil	9

Velocidad de infiltración (mm/h)	43,60
-------------------------------------	--------------

- Caracteres químicos.

FERTILIDAD	
pH (H ₂ O) 1:2,5	8
Materia orgánica (%)	1
Nitrógeno total (%)	0
Salinidad (CE en dS/m)	1,40
Carbonatos totales (%)	20,8
Relación C/N	13
Fósforo Olsen (ppm)	9
Magnesio (meq/100g)	1,4
Sodio (meq/100g)	7,5
Potasio (meq/100g)	125,4

- Determinación de la velocidad de infiltración.

La determinación de la velocidad de infiltración de agua en el suelo se realiza en campo, para ello se usa un infiltrometro de doble anillo o de Müntz, ya que es el método más práctico y sencillo.

El conocer la velocidad de infiltración del agua en el suelo se hace necesaria para el posterior dimensionado de los distintos sistemas de riego que se vaya a implantar en la finca.

En el estudio de infiltración realizado, se obtuvo que la infiltración se ralentiza a una velocidad aproximada de 43,6 milímetros por hora, siendo esta velocidad estable ya a los sesenta minutos de la infiltración, teniendo una altura de agua acumulada de 56 mm en la primera hora y 143,2 milímetros a las tres horas de estudio.

En el estudio realizado, la velocidad de infiltración se encuentra en un intervalo moderado por lo que nos va a limitar de algún modo a la hora del dimensionado, en lo

que respecta a las máquinas pivot, dado que en función del radio varia mucho la infiltración en el extremo, que junto con la capacidad de campo y el punto de marchitez obtenidos analíticamente, se obtiene una capacidad de retención de humedad en el suelo aceptable. No se encuentra factor limitante para ningún tipo de cultivo.

- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO REALIZADO.

- Conclusiones de carácter físico.

Con lo que respecta a la granulometría y a la estructura del suelo, se obtiene que es un suelo aceptable para el cultivo, con una estructura Franco- Arcillo- Arenosa. Además, la profundidad del suelo no va a presentar problemas para el cultivo ya que permite cualquier desarrollo de raíz. La densidad aparente y la densidad, junto con la porosidad son valores considerados como normales, por lo tanto no son factor limitante para el cultivo.

- Conclusiones de carácter hídrico.

En el estudio realizado sobre la velocidad de infiltración, el valor obtenido se encuentra en un intervalo de infiltración moderada, lo que hace al suelo adecuado para el riego. Así que no va a limitar de algún modo el dimensionado del riego .

En lo que respecta a la capacidad de campo como al punto de marchitez, se obtiene un valor del agua útil en el suelo aceptable. Por lo tanto no será un factor limitante para ningún tipo de cultivo.

- Conclusiones de carácter químico.

- FERTILIDAD.

- pH. El valor de pH obtenido es básico tendiendo a neutro, esto se debe a la cantidad de carbonatos que hay en el suelo. El valor se encuentra en un nivel aceptable.
- Materia orgánica. El valor obtenido es de 1%, lo que es un nivel pobre. Entonces se deberá aumentar la materia orgánica a un nivel entre el 2 a 2.5% que es un valor normal.
- Nitrógeno total, del orden del 0.11% que es un valor medio, por lo tanto no se hace necesario ningún aporte adicional.
- La relación C/N, ha dado un valor alrededor de 13, que es un nivel normal.

- La salinidad medida en el extracto de pasta saturada se calcula midiendo la conductividad eléctrica (en dS/m). El valor obtenido ha sido de 1.3 dS/m, el cual es bajo y por lo tanto el suelo es no salino y el desarrollo de los cultivos será normal.
- El fósforo, obtenido por el método Olsen en ppm se encuentra en un nivel moderado por lo que no será necesaria la realización de ningún aporte.
- Cationes solubles. Tanto los niveles de sodio, de magnesio y de potasio obtenidos se encuentran en unos valores aceptables para el desarrollo de las plantas. Con lo cual no se hace necesario tomar ninguna medida.

- CÁLCULO DE LA ENMIENDA HUMICA.

El contenido óptimo en materia orgánica óptimo en un suelo de regadío se encuentra entre un 2% y un 3%. El nivel de materia orgánica de nuestro suelo es de un 1% con lo cual este contenido debe elevarse hasta aproximadamente de un 2.1 a un 2.2%, con lo cual el contenido existente deberá aumentarse en un 1.2% como mínimo.

Para dicha corrección húmica se utiliza estiércol de vacuno, y se hace necesaria una cantidad de estiércol de vacuno a aplicar de 850 Tm/Ha.

- MANTENIMIENTO DE LA ENMIENDA ORGANICA Y NUTRIENTES.

Se recomienda, antes de sembrar algún cultivo, aportar parte de las cantidades de materia orgánica calculadas en el apartado anterior y a su vez realizar una rotación de cultivos que combine especies de altas exigencias nutricionales con otras exigencias menores, que aporten al suelo elementos nutritivos y cantidades importantes de materia seca, como restos de cosecha para que se vayan incorporando al complejo orgánico del suelo.

Se recomienda también, después de cada campaña, hacer un aporte de materia orgánica por medio de compost realizado de excrementos de animales explotados en extensivo y restos vegetales de cosechas como paja de cereales. Este aporte debe ser realizado en relación con los análisis que se hagan del suelo para aportar las cantidades necesarias.

Es muy recomendable no retirar los restos de cosecha de los cultivos y dejarlos en el terreno para que se descompongan y así incorporen nutrientes al suelo.

Es interesante incluir en la rotación de cultivos ciertas leguminosas (veza), que aportarán una importante cantidad de nitrógeno al suelo; e incluso se puede dejar sin cosechar, y con una labor de grada y fresadora incorporarlos al suelo como enmienda húmica en verde.

Además se propone que el estiércol calculado anteriormente se vaya racionando poco a poco ya que un aporte tan grande puede ser malo para el suelo y tardaría demasiado en degradarse, por lo que se propone ir haciendo aportes más racionados cada año y antes de cada cultivo para llegar al final al valor propuesto de M.O.

5.- CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

El agua es elemento principal para la nutrición de las plantas, como en ella se pueden encontrar diversas concentraciones de sustancias disueltas, y de estas concentraciones depende la calidad de la misma para su uso, es imprescindible un análisis de calidad del agua.

El agua que vamos a utilizar proviene del canal de Monegros. El canal de Monegros se junta con el canal del Cinca en Tardienta. Por lo que el análisis de agua lo tomaremos lo más cerca posible de la finca pero siempre en Tardienta o más abajo que Tardienta para que el análisis sea representativo del agua que tomamos.

Los métodos a seguir son los más utilizados, que nos darán un buen criterio sobre la calidad de nuestra agua. Por lo general, todos se basan a la hora de determinar la calidad del agua, en el contenido en sales solubles, sin considerar las relaciones que se establecen entre el agua y el medio en el que será consumida.

El gran problema del agua es la cantidad de sales solubles que contienen. Ya que aunque su concentración no sea muy peligrosa las consecuencias al interactuar con el suelo puede hacer que éste pierda fertilidad. Esto es debido a que la evapotranspiración disminuye la humedad pero casi no elimina las sales; por lo que si tenemos una determinada cantidad de sales solubles en el agua puede hacer que la salinidad en el suelo aumente y tengamos problemas productivos por un exceso de salinidad.

También pueden actuar otros fenómenos: al concentrarse las sales, alguna de ellas puede alcanzar su límite de solubilidad y precipitar, desplazando de la solución del suelo determinados cationes y alterando las propiedades iniciales. Esto suele ocurrir con algunas sales de calcio de baja solubilidad, la que tienen por consecuencia un aumento de la proporción de sodio en el agua del suelo y del PSI del mismo.

Este análisis por lo tanto nos dirá si se puede poner riego o hay que buscar otras soluciones

- RESULTADOS DEL ANÁLISIS.

Los datos del análisis están tomados en el punto de control 421 de calidad de agua de la confederación hidrográfica del Ebro. Este punto de control está en Tardienta y los datos son correspondientes al canal de Monegros.

CATIONES			ANIONES		
	meq/L	mg/L		meq/L	mg/L
Calcio (Ca^{2+})	2,145	42,9	Cloruros (Cl^-)	0,544	19,3
Magnesio (Mg^{2+})	0,708	8,5	Sulfatos (SO_4^{2-})	0,600	28,8
Sodio (Na^+)	0,668	14,7	Bicarbonatos (HCO_3^-)	1,492	91
Potasio (K^+)	0,059	2,3	Carbonatos (CO_3^{2-})	1,200	36
	3,580	68,4		3,835	175,1

- pH = 8,15
- $\text{CE}_{20^\circ\text{C}} = 312 \mu\text{mhos/cm}$
- Temperatura = 23,8 °C

OTROS IONES			
	mg/L		mg/L
Nitratos	1,1	Manganeso	0,0022
Bario	0,016	Mercurio	0
Cobre	<0,002	Plomo	<0,0005
Hierro	0,016	Boro	0,014

- INDICES DE PRIMER GRADO.

- El pH.

El intervalo óptimo de pH se encuentra entre 7 y 8 en nuestro caso el pH es de 8,15 en el mes de julio y la media anual se encuentra en un pH de 8,16 es un valor que se puede considerar dentro del intervalo dado ya que la desviación es mínima.

- Contenido total de sales.

El contenido total de sales es peligroso a partir de 1 g/Litro. La cantidad de sales disueltas e ionizadas en el agua es **200 mg/L ó 0.200 g/L.**

- Presión osmótica del agua.

La presión osmótica del agua aumenta a medida que lo hace su concentración salina. El resultado es de **0.112 atm.**

- Sales probablemente existentes en el agua de riego.

Pueden determinarse a partir de valores que, para cada uno de los iones haya dado el análisis. Las sales que estarían probablemente presentes en el agua en la que se ha realizado el análisis serían:

- Cloruro magnésico.
- Sulfatos cálcico y magnésico.
- Bicarbonatos cálcico y magnésico.
- Carbonato sódico.

- INDICES DE SEGUNDO GRADO.

- Relacion de adsorcion de sodio (SAR o RAS)

La relación de adsorción de sodio hace referencia a la concentración del ion sodio y los iones calcio y magnesio. Su valor numérico es **0.56** que al ser menor de 10 se puede considerar un **agua optima para el riego.**

- Dureza del agua.

Otro índice que se suele encontrar en los estudios de aguas, está referido al contenido de calcio que hay en estas, y se expresa en grados franceses y se obtiene un valor de **14,23**, por lo que se entiende que es un agua **medianamente dulce** según fuente de Ros Orta.S,(2001)

- Relacion de calcio.

Esta relación muestra la proporción del contenido de calcio respecto a los restantes cationes. Se obtiene un **valor de la relación de calcio de 0.609.**

- Relacion de sodio.

Esta relación es similar a la anterior, y muestra el contenido de ion sodio que hay en un agua respecto a los restantes cationes. Se expresa en meq/L. Se obtiene un valor numérico de la **relación de sodio de 0.19**.

- Coeficiente de Alkali (K_1) o índice de Scott.

Este índice define *“la altura de agua, expresada en pulgadas, que, al evaporarse, dejaría en el suelo en un espesor de cuatro pies, una cantidad de sales suficiente para convertirlo en un medio perjudicial”*.

Se calcula a partir del valor que alcanza la relación ($\text{Na}^+ - 0.65 \text{Cl}^-$), expresando sus componentes en mg/L. Por lo tanto se trata de un **agua buena, por lo que es utilizable y apta para el riego**.

- Índice de Eaton o Carbonato Sodico Residual (CSR).

Indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes de calcio, magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Así pues, en este caso **CSR = -0,161 meq/L**. Por lo tanto **el agua es buena y utilizable para el riego**.

-CARACTERIZACION DEL AGUA DE RIEGO PARA EL RIESGO DE ALCALINIZACION DEL SUELO.

La influencia sobre la permeabilidad del suelo que tiene un agua de riego no depende sólo de la relación entre los cationes sodio, calcio y magnesio, sino que está relacionada también con la presencia en la composición del agua de iones bicarbonato, y carbonato; cuya actividad da lugar a la precipitación del agua de iones magnesio y, en consecuencia, a la disminución de la concentración de estos elementos en beneficio de la acción degradante que tiene el sodio en el suelo.

Para evaluar el riesgo de alcalinización de un suelo, R.S. Ayers y D.W. Westcot en 1976, consideraron que el conocido índice SAR no era representativo, debido a la precipitación de los carbonatos y bicarbonatos cálcicos y magnésicos y del sulfato cálcico, quedando en solución el carbonato sódico que aumentaba de forma muy importante la proporción relativa de sodio. Proponen un valor de SAR ajustado (SAR_{aj}) de **1.012**.

Con este valor de SAR ajustado, entrando en la siguiente tabla se obtiene que **no hay problema de alcalinización**.

-NORMAS COMBINADAS PARA CARACTERIZAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS UTILIZADAS EN EL RIEGO.

Son numerosos los criterios que se han utilizado para caracterizar la calidad de las aguas de riego. Nos referiremos aquí, solamente a los de mayor aceptación y se basan en la utilización combinada de alguno de los índices antes descritos.

- Normas riverside.

Relacionan la conductividad eléctrica y el SAR. Según estos dos índices se establecen dieciséis clases de aguas en función del riesgo de alcalinización y salinización.

Entrando en el diagrama con los valores de $SAR = 0.56$ y $CE = 312 \mu\text{mhos/cm}$, se obtiene una clase de agua C2-S1, que indica un riesgo medio de salinización del suelo y bajo de alcalinización

- Normas H. Greene.

Estas normas toman como datos de partida la concentración total de las aguas expresadas en meq/L con relación al porcentaje de sodio, expresado respecto al contenido total de cationes en meq/L. Se obtiene como resultado un agua de **buena calidad para el riego.**

- Normas de Wilcox.

Este autor considera como los índices para clasificar las aguas de riego, el porcentaje de sodio respecto al total de cationes y la conductividad eléctrica en $\mu\text{mhos/cm}$.

El porcentaje de sodio (%Na) se ha calculado en el apartado 7.2, y es de 18.66%. La conductividad eléctrica a 20°C es de $312 \mu\text{mhos/cm}$.

Por lo tanto, se obtiene un tipo de agua de **“Excelente a buena para el riego”.**

- Recomendaciones de Tamés.

Propone un sistema de clasificación en el que los diferentes riesgos quedan definidos por las relaciones siguientes:

- Riesgo de salinización.
- Riesgo de alcalinización:
- Riesgo de fitotoxicidad.

Según los resultados obtenidos, el agua se considera como **“positivamente buena y apta para el riego”**.

- CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

Con todo lo expuesto en este anejo, se llega a la conclusión de que esta agua no causará ningún problema sobre el desarrollo de los cultivos ni sobre el suelo de la parcela, ya que reúne todos los requisitos mínimos de calidad.

Por lo tanto se puede decir, que el agua del canal de Monegros es óptima para el riego, sin ningún tipo de limitación; con lo cual se aconseja el desarrollo del presente proyecto.

6.- ROTACIÓN DE CULTIVOS.

La rotación de cultivos propuesta, tiene la finalidad de obtener rendimientos crecientes, alcanzar la máxima rentabilidad de la actividad agrícola que se ha de llevar a cabo. Así pues se necesita programar una alternativa y una rotación eficaz de cultivos.

La alternativa ha de presentar un carácter elástico, para poder reaccionar ante las fluctuaciones que se produzcan en el mercado en años venideros. Además ha de ser programada a largo plazo, no en cuanto al número de años, sino a la importancia de los cultivos.

- CULTIVOS PROPUESTOS PARA LA ROTACIÓN.

Los cultivos propuestos son aquellos que, por su gran extensión cultivada o que por su importancia económica, son cultivos de relevancia en la zona o que pueden llegar a adquirirla en breve tiempo.

El hecho de que se reflejen estos cultivos en la rotación, no quiere decir que el propietario de la finca deba cumplir dicha rotación, se propone una serie de cultivos que pueden tener una buena producción, así como un interés económico. El propietario será el que decidirá luego la rotación a seguir.

Para la elección de los cultivos de la rotación se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- La capacidad del propietario de comercializar los productos.

- Cierta flexibilidad en la rotación para que el agricultor pueda introducir cultivos no previstos que interesen en un determinado momento.
- Adaptación de los cultivos en clima y suelo (cultivos de la zona).
- La condición mejoradora o esquilmanante de los cultivos sobre el suelo.
- La combinación de distintas especies para evitar la proliferación de malas hierbas y parásitos específicos.

Para obtener una buena rotación se tendrá en cuenta las necesidades nutricionales de cada cultivo. Así pues, se dispondrá de cultivos con altas necesidades, combinándolos con otros cultivos mejorantes del suelo como pueden ser la veza, la alfalfa y el haba.

Tenemos en total tres parcelas. Dos de ellas irán destinadas a la rotación para el riego de aspersión. En total son 60.23 ha. La otra parcela estará destinada a la rotación con riego por goteo. En total son 33.99ha.

En el riego por aspersión tendremos veza forrajera, girasol, maíz, alfalfa y haba.

En el riego localizado tendremos tomate redondo liso, cebolla y pimiento de freir italiano.

7- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Se ha elegido la aspersión como sistema de riego, porque sus características técnicas hacen posible esta transformación. Las principales características que definen el riego por aspersión son:

- Distribución del agua en forma de lluvia, de manera uniforme sobre el suelo.
- Permite el riego de terrenos con pendiente sin la necesidad de realizar nivelaciones en el terreno.
- Conducción del agua por el interior de tuberías a presión, sin ningún tipo de pérdidas en su distribución.
- Distribución del agua sobre el terreno a medida que se va infiltrando, pudiendo aplicar solo las dosis necesarias para el cultivo, con el consiguiente ahorro de agua.
- Se evitan las pérdidas de agua por escorrentía, así se evita la erosión del suelo fértil.
- Con el propio sistema de riego se pueden aplicar tratamientos fitosanitarios, y aporte de fertilizantes.
- Se adapta a la mayoría de los cultivos incrementando su producción respecto a los sistemas de riego tradicionales.

- La exigencia de mano de obra disminuye en comparación con los sistemas de riego tradicionales.
- La eficiencia de riego es más satisfactoria que en riegos tradicionales.

Las características indicadas anteriormente son las ventajas del riego por aspersión, pero éste también presenta ciertos inconvenientes, los cuales son:

- La mala compatibilidad del viento con la eficiencia de aplicación del riego, disminuyendo esta considerablemente, con lo que deberá evitarse el riego en días con velocidades de viento elevadas o hacerlo por las noches cuando la velocidad del viento normalmente es menor.
- El coste elevado de implantación, que se ve compensado con un aumento de producción considerable.

- COBERTURA TOTAL ENTERRADA.

- Ventajas e inconvenientes.

Además de las características antes citadas la cobertura total enterrada, evita infraestructuras superficiales que separan y enmarcan la parcela, y evita pérdidas en la superficie cultivada.

Principalmente se caracteriza por constar de:

- Un elemento filtrante que se instalará en el hidrante.
- Una válvula hidráulica en la entrada de cada módulo (conjunto de emisores de riego que funcionan al mismo tiempo) comandada por una llave de tres vías, la cual puede ser accionada manualmente con tres posiciones, la tercera se corresponde al modo automático.
- Una red de tuberías de distintos diámetros que variarán en función del caudal que transporten. Esta se encuentra totalmente enterrada a mayor profundidad que la de labor de los aperos, saliendo solo a superficie el porta-emisor, que puede ser de diferentes medidas, y el emisor o aspersor que también puede ser de diversos tipos.
- Un controlador de riego que controlará el conjunto del equipo de riego y estará instalado en el hidrante.

- Elección del marco de colocación de los aspersores.

El marco de colocación de los aspersores en red viene dado por las distancias existentes, por un lado entre dos ramales contiguos de aspersores, y por otro lado por la distancia entre dos aspersores consecutivos dentro de un mismo ramal. Es muy importante la distribución de los aspersores, que se suelen colocar siguiendo generalmente tres disposiciones: en rectángulo, en cuadrado y en triángulo o tresbolillo.

Se opta por la distribución que tiene una distribución del marco en forma triangular, en donde los aspersores ocupan los vértices de una red de triángulos. Este tipo de disposición es el que mejor aprovecha el agua, pues la uniformidad de distribución del agua es mucho mejor cuando hay vientos dominantes.

Para la distribución triangular la distancia entre dos aspersores de un mismo lateral de riego será de 18 metros y la separación entre dos laterales contiguos será igualmente de 18 metros, lo que dará una red de triángulos equiláteros.

La causa por la que se toma este marco de colocación de los aspersores es principalmente por la uniformidad, y en segundo plano, por la adaptabilidad a la gran mayoría de herramienta, pues generalmente se trabaja con anchuras múltiples de tres metros.

- Elección del aspersor.

En función de todas las características técnicas del aspersor descritas en el anejo 7, y teniendo en cuenta el aspecto económico, se definen los aspersores elegidos.

- CARACTERÍSTICAS DE LOS ASPERORES.

- Aspersor circular.

- Caudal emitido por el aspersor: **1690 L/h.**
- Presión nominal: **3,45 Kg/cm².**
- Boquilla aspersor: **11/64" (4.36 mm)**
- Boquilla pequeña con chorro lateral (ranura vertical): **3/32" (2.38 mm).**
- Alcance: **15.6 m.**
- Velocidad rotación: **0.88 min/rev**
- Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **84%**
- Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 4.36\text{mm} / 34.5 \text{ mca} = \mathbf{0.1264}.$
- Índice de Poggi: $15,6 \text{ m} / 34,5 \text{ mca} = \mathbf{0,4522}.$

- Densidad de aspersión: **4,42 mm/ h**
- **Aspersor sectorial:**
 - Caudal emitido por el aspersor: **1690 L/h.**
 - Presión nominal: **3,45 Kg/cm².**
 - Boquilla aspersor: **11/64" (4,36 mm)**
 - Alcance: **15,6 m.**
 - Velocidad rotación: **0,73 min/rev.**
 - Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **93%**
 - Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 4.36 \text{ mm} / 34.5 \text{ mca} = \mathbf{0.1264}.$
 - Índice de Poggi: $15.6 \text{ m} / 34,5 \text{ mca} = \mathbf{0.4522}.$
 - Densidad de aspersión: **4.42 mm/ h**
- **Porta-aspersores.**
 - Los porta-aspersores circulares tendrán una altura máxima de 3 metros.
 - Los porta-aspersores sectoriales tendrán una altura máxima de 3 metros y estarán dotados de un deflector, que consiste en una chapa atornillada en cabeza del porta-aspersor para evitar que vaya el agua a carreteras o caminos.
 - Se dotarán de válvulas de bola o grifos a aquellos porta-aspersores que los necesiten para cortar el caudal y realizar las reparaciones u operaciones que sean oportunas.
 - Los porta-aspersores serán de acero galvanizado de 3/4".

- CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO LOCALIZADO.

El riego localizado se caracteriza por aplicar el agua en una zona determinada del suelo, y se caracteriza por:

- No moja, en general, la totalidad del suelo, aplicando el agua sobre o bajo su superficie.
- Utiliza pequeños caudales a baja presión.
- Aplica el agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión, que en algunos casos puede ser alto.
- Al reducir el volumen de suelo mojado y, por tanto, su capacidad de almacenamiento de agua, se opera con la frecuencia necesaria para mantener un alto contenido de humedad en el suelo (riego de alta frecuencia).

- Al igual que la aspersión permite realizar los abonados a la vez que se realiza el riego (equipo de fertirrigación instalado en el cabezal de riego).
- Es posible la utilización de aguas salinas ya que las sales se acumulan fuera del bulbo húmedo, es decir, fuera de la zona de absorción de las raíces.
- Se favorece la lucha contra malas hierbas, que se concentran en el área húmeda, lo que facilita su tratamiento.
- Se consigue ahorrar agua, ya que sólo se humedece una parte del suelo, si bien en la realidad se gasta casi la misma cantidad de agua que en el riego por aspersión, ya que se obtiene un rendimiento más elevado, y esto provoca que el agricultor riegue con más frecuencia de la necesaria, pues el bulbo se mantiene muy húmedo, y como consecuencia el consumo de agua es elevado.
- Se da un incremento en la precocidad, en la productividad y en la calidad del producto.

Como inconvenientes conviene destacar:

- Facilidad de obturaciones de los emisores. Este es el principal problema del riego localizado. Estas obturaciones pueden tener diversa naturaleza y pueden ser: de tipo físico, como partículas inorgánicas (arenas, limos, etc.); de tipo biológico como materia orgánica, algas y elementos bacterianos; de tipo químico, producidos por precipitación de fertilizantes y carbonatos.
- Ocasiona el lavado localizado de las sales, creando zonas de acumulación salina en la periferia del bulbo húmedo. Por eso, ante una ligera lluvia las sales pueden ser arrastradas a la zona radicular y se hace aconsejable el funcionamiento del riego en caso de lluvia, para así lixiviar las sales acumuladas y evitar así que alcancen la zona ocupada por las raíces.

- Componentes del sistema de riego localizado.

Un sistema de riego localizado se compone de:

- CABEZAL DE RIEGO.

El cabezal de riego es el elemento central de la instalación. Está formado por un conjunto de elementos que permiten realizar un tratamiento adecuado del agua de riego (filtrado, medición de caudal, control de presión, aplicación de fertilizantes, etc.).

El cabezal irá instalado a la entrada de la parcela al pasar el camino, los elementos que lo componen son (por orden):

- Equipo de tratamiento de agua.
- Medición de caudal.
- Equipo de fertilización.
- Filtros de mallas automáticos

- Elección del tipo de emisor.

Dado que en un principio se tiene intención de cultivar tomate, cebolla y pimiento mediante riego localizado, se ha pensado en utilizar como emisores de riego:

Tuberías de riego localizado de diámetro interior 22,4, las cuales llevan un gotero emisor autocompensante incorporado en la misma con un caudal de 1,2 L/h. Son tuberías con puntos de emisión a distancias adecuadas para el cultivo del tomate, pimiento y cebolla que serán nuestros cultivos.

8.- NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.

Se van a calcular las necesidades hídricas para los sistemas de riego a diseñar, en este caso, riego por aspersión y riego por goteo; y para todo el periodo vegetativo de los cultivos de la rotación elegida.

Las precipitaciones son parte del agua necesaria para cubrir las necesidades de los cultivos, que en nuestro caso con un clima árido, no son suficientes. Por lo tanto se hace necesario un aporte de agua mediante el riego, el cual se diseñará y dimensionará a partir de los datos obtenidos de este anejo.

Para el cálculo de las necesidades reales de los cultivos se tienen en cuenta las necesidades netas (N_n), la eficiencia de aplicación del sistema (E_a), y las necesidades de lavado de sales (F_L). En la eficiencia de aplicación se incluyen las pérdidas de agua por precolación, evaporación y escorrentía, además del coeficiente de uniformidad del sistema de riego elegido.

La eficiencia de aplicación del riego para sistemas fijos y sistemas con alas desplazables de riego por aspersión en climas semiáridos a áridos, como es nuestro caso, va desde el 80% para el riego por aspersión, al 90% para el riego localizado.

La fracción o necesidad de lavado se calcula como $(1 - F_L)$, y solo se aplica fuera de los meses de máximas necesidades, para no sobredimensionar la red de riego, y no causar de esta manera un gasto innecesario en la instalación.

	Mes crítico	Necesidades (mm/mes)	Necesidades (mm)
Cebada	Mayo	148,36	546,36
Maíz	Julio	265,68	1068,64
Alfalfa	Julio	218,94	1116,24
Girasol	Julio	246	888,96
Veza	Abril	115,75	463,72
Haba	Marzo	127,33	289,98

	Mes crítico	Necesidades (mm/mes)	Necesidades (mm)
Tomate	Julio	206,03	705,64
Cebolla	Julio	211,64	879,49
Pimiento	Julio	181,09	645,62

En el cálculo de las necesidades de riego localizado se han tenido en cuenta 3 factores de corrección (localización, por variación climática y por advección) como se muestra en el anejo 9.

- DIMENSIONADO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Se realizarán los cálculos para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades, tanto para la aspersión como para el goteo.

En este caso el cultivo más exigente en el riego por aspersión es el maíz, que presenta una ET_c de 265,68 mm en el mes de julio, con una profundidad radicular media de 60 centímetros aproximadamente.

- Dosis máxima de riego.

La dosis máxima es el volumen de agua de riego por unidad de superficie y riego que es necesaria para elevar el contenido de humedad del suelo desde el punto de marchitez (PM) hasta capacidad de campo (CC).

	Dm (mm/riego)
Cebada	91,44
Maíz	68,58
Alfalfa	137,16
Girasol	102,87
Veza	57,15
Haba	80,01

- Dosis útil de riego.

Es la efectividad con la que la planta extrae agua del suelo y depende del contenido en humedad del mismo. A mayor contenido en humedad mayor es la efectividad en la extracción del agua. Por ello para evitar la reducción en los rendimientos de los cultivos interesa mantener siempre el contenido de humedad del suelo muy por encima del punto de marchitez, y eso obliga a regar con dosis más pequeñas que la dosis máxima y a hacerlo con una frecuencia elevada. Así se evita este descenso de rendimiento en los cultivos.

	Du (m3/Ha y riego)
Cebada	274,32
Maíz	205,74
Alfalfa	411,48
Girasol	308,61
Veza	171,45
Haba	240,03

- Dosis real de riego.

El agua aplicada en el riego no se aprovecha en su totalidad, ya que existen pérdidas por evaporación, percolación y escorrentía. Esta dosis debe ser suficiente para dejar disponible la dosis útil en la zona radicular y cubrir las pérdidas

anteriormente citadas, además de compensar la falta de uniformidad en la aplicación del agua que sufren los sistemas de riego.

	Dr (m ³ /ha*riego)
Cebada	342,90
Maíz	257,18
Alfalfa	514,35
Girasol	385,76
Veza	214,31
Haba	300,04

- Espaciamento entre riegos. Periodo de riego.

El periodo de riego se define como: “El tiempo que ha de transcurrir entre dos riegos consecutivos en una misma parcela”. El periodo de riego resulta del cociente entre la dosis útil y las necesidades netas.

	Necesidades (mm/día)	Espaciamento entre riegos (días)
Cebada	4,79	6
Maíz	8,57	2
Alfalfa	7,06	6
Girasol	7,94	4
Veza	3,86	4
Haba	4,11	6

- Número de riegos por mes.

Es el cociente entre los días del mes de máximas necesidades y el espaciamento entre riegos.

	Nº de riegos al mes
Cebada	5
Maíz	16
Alfalfa	5
Girasol	8
Veza	8
Haba	5

- Duración del riego.

La duración del riego puede definirse como el tiempo que debe funcionar un aspersor para aportar al suelo la dosis real de riego.

	i (mm/h)	tr (horas)	Horas
Cebada	5,21	6,58	6 h 34 min
Maíz	5,21	4,94	4 h 56 min
Alfalfa	5,21	9,87	9 h 52 min
Girasol	5,21	7,40	7 h 24 min
Veza	5,21	4,11	4 h 6 min
Haba	5,21	5,75	5 h 45 min

Estos valores de duración de riego obtenidos se podrán ajustar en función de las necesidades del operador de riego, de forma que le sea más sencillo el usar los programadores de riego.

- CAUDAL FICTICIO CONTINUO.

El caudal ficticio continuo representa las necesidades reales de riego calculadas mes a mes (para todo el periodo de riegos) y expresadas en forma de caudal continuo, es decir, en litros/ segundo y hectárea.

En particular, al caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades se le va a llamar caudal característico, y se calcula de la siguiente manera:

$$q_c = \frac{N_n}{E_a} \cdot \frac{1}{8.64 \cdot N}$$

Donde:

- **q_c** = Caudal característico en L/ s y Ha.
- **N_n** = Necesidades netas del cultivo más exigente en el mes crítico, en mm/mes.
- **E_a** = Eficiencia de aplicación del sistema de riego, en tanto por uno.
- **N** = Número de días del mes crítico.

Aplicando la expresión anterior se obtiene el siguiente valor:

$$q_c = \frac{242.85}{0.80 \cdot 31 \cdot 8.64} = \underline{\underline{1.13 \text{ L/s y Ha.}}}$$

Como se suponen 3 días hábiles de riego por cada 4 días del mes, el caudal ficticio calculado no se podrá aplicar, ya que para ello se suponen hábiles todos los días del mes, así pues, este valor deberá aumentarse. De esta forma el caudal ficticio continuo es de **1.41 L/s y Ha.**

- DIMENSIONADO DEL RIEGO LOCALIZADO.

Para el cálculo del riego localizado no se procederá de igual modo que en el riego por aspersión, en relación al cálculo de la dosis máxima necesaria en el mes de máximas necesidades, ya que se trata de un riego de alta frecuencia y se aplican dosis muy ajustadas, no debiendo dejar de esta manera posibilidad alguna de acumulación de sales, que pueden llegar a provocar estrés hídrico si se produjera dicha acumulación.

Cuando se trata de un riego de alta frecuencia, en el mes crítico se regará todos los días del mes y durante una jornada determinada, para no sobredimensionar la instalación, dado que fuera de este mes crítico no será necesario regar todos los días.

En el riego localizado, el cultivo más exigente es el tomate que presenta una ET_c corregida de 173.93 mm en el mes de julio, con una profundidad radicular de 60 centímetros; si bien, esta vendrá definida por el bulbo mojado, dado que las raíces no se desarrollarán mucho más allá de este.

- Dosis de riego.

La dosis de riego es de **6,83 mm/ día** para el mes de julio.

- Porcentaje de suelo mojado.

Una de las características del riego localizado es que solo aplican el agua a una parte del suelo. Con una densidad de plantación de 40.000 plantas por hectárea, se opta por un valor de **P = 50%**.

- Área mojada por un emisor.

El área mojada por el emisor es de 0,196 m².

- Número mínimo de emisores.

El mínimo número de emisores a implantar es de 3 emisores/m².

- Separación entre emisores.

La separación máxima entre emisores es de 0,42 m, y por tanto la definitiva se establece en 40 cm.

- Intervalo entre riegos.

El intervalo de riego (I) es generalmente la variable menos rígida y por lo tanto la que más se puede modificar. Desde el punto de vista agronómico no existe un valor mínimo de I: se podría incluso regar continuamente las 24 horas del día, pero ello conlleva muchísimos inconvenientes, entre otros la inflexibilidad del sistema que, por ejemplo, no permitiría recuperar el tiempo perdido por una avería. En la práctica valores de I inferiores a la unidad, es decir, más de un riego diario exigen un cierto automatismo en la instalación.

En general, se diseña con un I = 1 como mínimo. Así pues se opta por tomar un intervalo de 1 día entre riegos.

- Volumen emitido por cada emisor.

El volumen emitido por cada emisor al día es 2,186 L

- Tiempo de riego en cada modulo.

El tiempo de riego sale de 1 hora y 49 minutos.

- Cálculo del caudal ficticio continuo en el riego localizado.

El caudal ficticio continuo representa las necesidades reales de riego calculadas mes a mes (para todo el periodo de riegos) y expresadas en forma de caudal continuo, es decir, en litros/ segundo y hectárea.

El caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades se le va a llamar caudal característico, y resulta de **0.88 L/ s y Ha.**

- Elección del tipo de emisor.

Se tomará la manguera de polietileno con goteros autocompensantes integrados en la misma manguera, con una separación de 40 cm. y un caudal de 1,2 L/h que no

variaban en un intervalo de presiones de 3 a 40 metros de columna de agua. El resto de características técnicas quedan reflejadas en el anejo de las características de los sistemas de riego elegidos.

9.- CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO.

El proceso de cálculo que se ha seguido ha sido el siguiente: se calculan las pérdidas de carga que tienen lugar en el último lateral de riego de cada módulo, las pérdidas de carga que tienen lugar en la tubería terciaria del módulo. Seguido se calculan las pérdidas de carga que tienen lugar en la tubería secundaria.

- JUSTIFICACIÓN DE TOMAS INSTALADAS EN LA PARCELA.

A partir del caudal ficticio continuo y de las superficies de cada parcela a regar, se procede al cálculo del caudal necesario para cada parcela, y en función de este se elige la toma necesaria.

Módulo	Nº de aspersores	Caudal aspersor (L/h)	Caudal puntual necesario(L/s)
1	238	1690	111,73
2	243	1690	114,08
3	244	1690	114,54
4	240	1690	112,67
5	231	1690	108,44
6	237	1690	111,26
7	246	1690	115,48
8	232	1690	108,91

El riego localizado presenta dos módulos con un caudal del aspersores de 1,2L/h con un total de aspersores de aproximadamente 342500 emisores por módulo.

- DIVISION DE LAS PARCELAS EN SECTORES O MODULOS DE RIEGO.

A cada módulo es asignado a un número y dentro de cada módulo se encuentran una serie de ramales, a los cuales se les asigna el número del módulo al que corresponde y su respectivo número, según la posición en la que se encuentran dentro de cada módulo. Un ejemplo sería: M2R3, que sería el módulo 2 y el tercer ramal.

- TRAZADO DE LA RED DE RIEGO.

Para la distribución de agua a las tomas de riego de cada módulo o sector se han trazado las tuberías intentando mantener las válvulas alineadas y evitando cuando ha sido posible el tener que cruzar las parcelas.

Las derivaciones se han intentado que fueran de ángulos aproximados a 120° entre sí, con el fin de minimizar la longitud de las tuberías a colocar.

Con objeto de facilitar y de que el coste de las labores de mantenimiento y conservación durante la explotación de la instalación sea mínimo, la red se ha trazado siguiendo en lo posible el camino que la atraviesa, así como los linderos entre las parcelas que componen la finca. De esta forma se establece una red ramificada de tuberías a presión que abastece a todos los emisores instalados en la finca.

- MATERIALES.

Los materiales utilizados en la red de distribución son el Polietileno (PE) de alta densidad, el Policloruro de Vinilo (PVC).

- TIMBRADO DE LAS TUBERÍAS.

La presión mínima necesaria en la red para el correcto funcionamiento del sistema es de 50 mca. De esta forma se colocarán tuberías de Presión Nominal 10 atm (1,0 MPa). Donde se requiera presión mayor de 6 atm. (0,6 MPa) para el funcionamiento adecuado de la red de riego. En el resto se colocará tubería cuya Presión Nominal sea de 0,6 MPa.

- UNIONES.

Todas las series comerciales de tubería de PVC disponen de tres tipos de unión, junta elástica, adhesivo y unión roscada. En este caso se decide optar por la unión mediante junta elástica.

Las tuberías de Polietileno deberán ser unidas mediante soldadura por termofusión o por accesorios de ajuste mecánico. En caso de utilizar accesorios o uniones con junta elástica sin resistencia axial, debido al alto coeficiente de dilatación de la tubería, deberá preverse que no pueda producirse desacople de la unión.

- SOBREPRESIONES EN LA RED DE RIEGO.

La presión de servicio de las tuberías debe resistir la presión estática de la red más las sobrepresiones que se originen. Éstas se producen principalmente por las siguientes causas:

- Cierre de válvulas de mariposa que aíslan los ramales.
- Cierre de un hidrante.
- Acumulación de aire en la red.
- Llenado de la red.

- CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO.

Una vez determinados los caudales de diseño de la red de riego se procede al cálculo hidráulico de la misma. En primer lugar se fija la velocidad del agua circulante por las tuberías en 2 m/s obteniendo de esta forma un diámetro de predimensionado mediante la ecuación de continuidad. Con este diámetro se elige el diámetro comercial de la tubería cuyo diámetro interior se ajuste al obtenido en el predimensionado. A partir de aquí se calculan las pérdidas de carga por rozamiento continuo en la tubería.

-MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO.

1.- MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en la tubería por rozamiento continuo se utiliza la fórmula general propuesta por Darcy-Weisbach, que responde a la siguiente expresión:

$$h_r = J \times L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

- h_r : Pérdidas de carga por rozamiento continuo, en mca.
- J : Pérdida de carga unitaria, en m/m.
- L : Longitud de la conducción, en m.
- f : Factor de fricción.

- **v**: Velocidad del fluido dentro de la tubería, en m/s.
- **D**: Diámetro interior de la conducción, en m.
- **g**: Aceleración de la gravedad, en m/s^2 .

- Pérdidas de carga accidentales o singulares

Los elementos singulares dispuestos a lo largo de la red de distribución de agua provocan también una pérdida de carga en la conducción.

Ésta se denomina pérdida de carga singular (h_s), para su cálculo se ha mayorado la pérdida de carga por rozamiento en un 10%.

-Cálculo de las perdidas de carga en laterales de riego y en tuberías terciarias.

- CALCULO EN LOS MODULOS DE LA COBERTURA TOTAL ENTERRADA

Los módulos pertenecen a un sistema fijo de cobertura total enterrada, y su dimensionado debe hacerse siguiendo la regla de Christiansen a todo el conjunto de tuberías que funcionan simultáneamente. Esta regla llevada a la relación entre caudal y presión indica que la variación máxima de presión entre dos aspersores dentro de la misma unidad de riego no puede superar el 20% de la presión nominal del aspersor.

Estos módulos están constituidos por una tubería central, que es la tubería terciaria, que será de PVC, con tramos telescópicos en función del caudal a transportar, de distancias variables según el caso.

A ambos lados lleva laterales de riego de PEBD \varnothing 32, en los cuales se colocan los porta-aspersores (normalmente 1 ó 2 en cada extremo, pudiendo llegar hasta 5 en total en el caso más desfavorable, pinchando entonces un aspersor en la misma tubería terciaria).

Así pues las presiones necesarias al principio cada módulo se recogen en la siguiente tabla resumen:

Módulo	Presión necesaria en origen (mca)
1	46,772
2	47,774
3	48,591
4	46,601
5	46,139
6	46,133
7	46,75
8	46,791

Estas presiones necesarias al inicio de cada módulo son menos a 60 m.c.a., por lo que será suficiente la instalación de tuberías con timbraje 0,6 m.c.a. Dada que la presión en la tubería primaria es mayor a 60 m.c.a. se hace necesaria la instalación de válvulas reguladoras de presión a la entrada de cada módulo, las cuales estarán taradas entre 50 y 60 m.c.a. en función de la presión necesaria en cada módulo.

- Pérdidas de carga en el riego localizado.

Para calcular la presión necesaria a la entrada de cualquiera de los módulos de los que esta compuesta la parcela, se debe calcular en primer lugar la presión necesaria a la entrada de uno de los ramales porta goteros que componen dicho módulo.

- Pérdidas de carga en los ramales portagoteros.

El lateral que se toma como base es el más desfavorable, debido a su mayor número de emisores, por lo tanto mayor necesidad de agua, y más alejado de su tubería terciaria suministradora.

Este lateral tiene una longitud de 308,66 metros de longitud, tiene insertados 772 emisores y el caudal que ha de transportar es de 926,4L/h.

Se distribuyen las pérdidas de carga con un 55% en los laterales y un 45% en las terciarias. Así las pérdidas en el lateral más desfavorable es de 4,94 m.c.a que es menor del límite puesto de 13,75 m.c.a.

La presión necesaria al inicio del lateral es de 26,55 m.c.a

- Pérdidas de carga en las tuberías terciarias.

Para el cálculo de las tuberías terciarias de cada módulo se tienen disponibles unas pérdidas de carga de 11,25 mca. Estas tuberías van a tener una longitud de 589 metros por módulo y van a estar compuestas por una tubería de polietileno.

De esta forma la pérdida de carga unitaria (J) es de 0,0191 m/m. Utilizando la otra vez la fórmula de Cruciani y para un caudal por módulo de 420600 L/h, se obtiene el diámetro teórico de 257,58 mm.

De esta forma se adopta el diámetro comercial superior que es el de PE de 315 mm de diámetro, cuyo diámetro interior es de 277,6 mm.

La pérdida de carga que origina este diámetro, volviendo aplicar Cruciani, es de 7,88 mca.

La presión en origen de la terciaria será 35,33 m.c.a.

- MOVIMIENTO DE TIERRAS.

La instalación de una red fija de tuberías en un riego por aspersión conlleva un movimiento de tierra. Los volúmenes de tierra a mover variaran en función de la tubería a colocar y de las longitudes de los tramos. De este modo, los movimientos de tierra se calculan tramo a tramo para las tuberías colocadas en toda la finca.

Los metros totales de PEBD Ø 32 inyectados, que dan un total de 24.045 metros; y los metros cúbicos que se han excavado de zanja en toda la finca, y son 7525,85 m³.

10.- ELEMENTOS SINGULARES.

Los elementos singulares que se disponen a lo largo de la red de riego tienen la misión de control y regulación de los caudales circulantes así como el control y mantenimiento de la presión en la red de riego, el filtrado y la evacuación de aire.

- TOMAS DE RIEGO.

La conexión de la red general fija con el sistema de riego utilizado en la parcela se realiza mediante tomas de riego. La presión necesaria para el correcto funcionamiento del sistema es de 50 m.c.a.

La toma de riego tipo que abastece a la parcela está compuesta por:

- Válvula hidráulica, la cual consta de:
 - Regulador mecánico de presión
 - Limitador mecánico de caudal
 - Contador o caudalímetro incorporado.
- Carrete de ajuste
- Válvula de mariposa
- Filtro de mallas.

- VÁLVULAS.

Las diferentes válvulas que componen la red de riego son: de esfera, hidráulicas, de retención, de ventosa,...

- DESAGÜES DE LA RED DE RIEGO.

Para el vaciado de la red o de tramos aislados se han colocado desagües a lo largo de la red de distribución. En su colocación se ha tenido en cuenta que estuvieran situados en los puntos terminales de los perfiles de las tuberías descendentes y en los “mínimos” de dicho perfil. También se tiene en cuenta que exista una zona para su desagüe por gravedad. Con la colocación de desagües se permite el vaciado y limpiado de la tubería mediante el escape violento de agua a través de estas válvulas.

- DESAGÜES FIN DE TRAMO.

Al final de cada tramo de la tubería terciaria de cada módulo se colocará una prolongación de la misma con salida al exterior consistente en doble codo 90º con 1 m. de tubería de 50 mm. de diámetro, con tape final macho roscado; todo en PVC.

Este desagüe permite la expulsión de elementos extraños de la red durante los primeros riegos al comenzar la campaña de riego para evitar obturaciones en los emisores, al igual que el vaciado de la red en caso de ser necesario

- CODOS.

Los codos son piezas especiales destinadas a conseguir las alineaciones de la tubería deseadas. Dependiendo de la curva que describa la tubería se colocarán codos de 45 o 90º.

- REDUCCIONES.

Los cambios de sección de la tubería a lo largo de la red se consiguen mediante la colocación de piezas tronco-cónicas que sirven de conexión entre tuberías de distinto DN.

- PIEZAS DE DERIVACIÓN.

La división de la vena líquida circulante por la tubería se consigue mediante la colocación de piezas en “T” e “Y” y cruces. Dependiendo del diámetro y la posición pueden necesitar anclajes especiales.

- ANCLAJES.

Se utilizan para evitar el desplazamiento de las tuberías, así como en los tramos con pendiente elevada, se han colocado macizos de hormigón que sirven de anclaje a la conducción. Para el diseño de los anclajes según su finalidad se ha seguido la norma CTE relacionada con las instalaciones de abastecimiento.

- DEPOSITOS DE FERTILIZANTE DEL RIEGO LOCALIZADO.

Se elige el tanque de polietileno ya que son más adecuados porque son menos frágiles que los de poliéster, son más resistentes a la corrosión química y el precio es similar a los de poliéster. Están provistos de tape y de salida (llave de esfera). Se colocaran 2 depósitos de 10.000 litros en la parte exterior de la caseta.

- ELECCIÓN DEL CONTADOR DE AGUA.

Se coloca después de los filtros de arena, para evitar que las impurezas del agua puedan afectar a la medición de caudal, y antes del inyector de fertilizantes para evitar cualquier corrosión por algún producto químico.

- PROGRAMADOR DE RIEGO.

El programador de riego que se ha elegido permite realizar el control total de la red de riego activando de forma automática cada uno de los módulos de riego, ya sea en base volumétrica o temporal. También puede controlar la fertilización, apertura y cierre de los hidrantes.

- AUTOMATISMOS DE LA RED DE RIEGO.

Está formado por todo el conjunto de elementos que hacen que las válvulas se abran y cierren de forma automática por medio de la orden del programador de riego, o la diferencia de presión entre dos presostatos.

Por lo que por cada válvula se necesitan los siguientes elementos:

- **Llave de tres vías.** Conecta el diafragma de la válvula hidráulica con la atmósfera (comandado manual) o con el solenoide de control de la misma, (comandado automático).

- **Solenoides.** Llave de respuesta sí o no, en función del impulso que le llega del ordenador, es un electroimán que actúa sobre un eje longitudinal, a la vez que este envía el paso de agua o vaciado a la llave de tres vías, la cual actúa sobre la válvula.
- **Microtubos de comando.** Tubos de polietileno de 8 mm. que conectan las válvulas llaves y solenoides entre sí para las distintas funciones antes descritas, (llenado y vaciado del diafragma de las válvulas hidráulicas) por ellos circula agua de la misma red de riego. Estos se instalarán dobles, (aunque en el plano aparezca una sola línea por válvula), por si fuera necesario cambiar alguno en caso de avería, se instalan a la vez que las tuberías, en las mismas zanjas y se cubren a la vez que estas.

11.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.

Con el objeto de analizar si este proyecto es viable económicamente, se analizan varias variables económicas que reflejarán si la inversión es rentable como son el TIR, el VAN y el Pay Back.

Para calcular los índices señalados anteriormente, se considera una vida útil de la inversión de 15 años, sobre la cual se define la corriente de pagos y cobros analizando toda su superficie en conjunto.

- SITUACIÓN ACTUAL.

Actualmente la finca objeto de la transformación se viene cultivando de cereal de invierno de secano, normalmente cebada. Debido a que los hidrantes ya estaban puestos se hizo la puesta de las tuberías y la distribución de todo el área regada.

- CÁLCULO DE COSTES E INGRESOS.

A lo largo del anejo 11 se van calculando los diferentes costes e ingresos que se producen en cada uno de los cultivos (abonos, pago desacoplado, siembra, fertilización, cosecha, agua de riego, ingresos por la materia prima, producciones futuras,...) Se calcula el flujo destruido, que es el beneficio anual que obteníamos en secano.

Una vez calculado el presupuesto y conocido el presupuesto total total (765.600) se fija en 750.000 el préstamo a pedir con un interés del 5,5 %.

Conocidos ya todos los costes y beneficios que se producen a lo largo de los 15 años, introducimos estos valores en el flujo de caja y obtenemos los índices de rentabilidad que se exponen a continuación: Este flujo se puede ver en el anejo 11.

- Valor Actual Neto (VAN): 1.454.827 € interés del 10%
- Tasa Interna de Rentabilidad: 37 %.
- Pay Back: 3 años con un beneficio anual de 275.000 €

- CONCLUSIONES

El valor total de la inversión es de 765.600 €. Desde el punto de vista del VAN se observa que la inversión es rentable. El TIR es superior al tipo de interés utilizado, por lo tanto la inversión también es rentable.

Para este estudio de rentabilidad se ha considerado la rotación de cultivos expuesta en el anejo 6. Los precios cogidos han sido los anuales del año pasado, por lo que su variación a lo largo del año haría variar los beneficios.

Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos se puede concluir que la inversión es rentable.



e s c u e l a
p o l i t é c n i c a
s u p e r i o r
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA

PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA

**Puesta en riego por cobertura total enterrada
y riego localizado de 94,22 ha en la
localidad de La Cartuja de Monegros
(Huesca)**

ANEJOS A LA MEMORIA

AUTOR:	Miguel Sanz Pérez
ENSEÑANZA:	Ingeniería Técnica Agrícola
DIRECTOR/ES:	Jesús Guillén Torres

1.- SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARCELA.

Se redacta el presente proyecto “Puesta en riego por cobertura total enterrada y goteo de 94,22 ha en la localidad de La Cartuja de los Monegros (Huesca)”, de tal forma que los documentos que integran el proyecto sirvan de base para la ejecución de la instalación proyectada.

La finca tiene una extensión total de 94,22 ha, ella se divide por medio de un camino que parte la finca en dos partes, una de una extensión de 60,23 ha que dedicaremos a los cultivos regados por cobertura total enterrada y otra con un total de 33,99 ha dedicadas para los cultivos con sistema de riego localizado.

El agua procede del canal de Monegros que linda con nuestras parcelas.

2.- CONDICIONES IMPUESTAS POR EL PROMOTOR.

El propietario de la finca, antes de realizar el desarrollo de las posibles opciones que se puedan llevar a cabo en la finca, impone las siguientes condiciones:

Que una parte de la finca, la desea colocar de riego por goteo, las cuales se destinan al cultivo extensivo de cultivos propiamente hortícolas como son el tomate, el pimiento y la cebolla. El resto de la finca se transforma a riego por aspersión donde se procederá al cultivo de cultivos herbáceos extensivos propios de la zona y que se detallan en el anejo correspondiente a la rotación de cultivos.

No se plantea ningún problema a la hora del coste de alquiler de la maquinaria dado que posee todo tipo de herramienta, tanto para hortaliza como para los cultivos extensivos, eso sí, a excepción de las máquinas cosechadoras, y mano de obra eventual dependiendo de las temporadas de recolección de ciertos cultivos hortícolas.

La comercialización de los cultivos extensivos está garantizada, ya que como son cultivos propios de la zona, la venta está asegurada. En cuanto a los cultivos hortícolas, habría que buscar un contrato con algún distribuidor de Zaragoza o lo más próximo para evitar así el coste de gasóleo.

3.- OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es la puesta en regadío de la parcela y poder abastecerla del agua de riego necesaria para asegurar una buena producción.

Para poder llevar a cabo la puesta en regadío, se hace necesario el diseño de las conducciones e instalaciones de tuberías y los distintos sistemas de riego a nivel de parcela.

Para el desarrollo del presente proyecto se seguirán los siguientes pasos:

- Lo primero se hará un análisis exhaustivo del clima de la zona, así como otro del suelo de nuestra parcela y del agua del canal de Monegros para conocer algún factor limitante para alguno de los cultivos a implantar.
- Se desarrollará un calendario a realizar en 15 años de una rotación de cultivos, propuesta como una variante para conseguir buenos rendimientos y un buen trato con el suelo. Se hará un calendario para cada tipo de riego.
- Se calcularán las necesidades hídricas de cada cultivo propuesto, para saber el agua que debemos utilizar para el mejor desarrollo de los cultivos.
- Se hará un cálculo hidráulico para dimensionar la red de tuberías, calculando para ello las pérdidas de carga y hallando los diámetros correspondientes a cada tramo de la red.
- Se realizará un presupuesto total del proyecto, para conocer su coste con la idea de una implantación futura.

1.- INTRODUCCIÓN.

En el sur este de la provincia Huesca nos encontramos con la comarca de Monegros. La Cartuja de Monegros está dentro de esta comarca. Se encuentra al suroeste de la comarca de los Monegros.

La comarca de Monegros se extiende a caballo sobre las provincias de Zaragoza y Huesca, en torno a la sierra de Alcubierre, desde las riberas del Ebro hasta el Somontano oscense, y desde la ribera del Gállego a la del Cinca.

Desde el punto de vista geomorfológico, el rasgo que más sobresale es el moldeado en glaciares y terrazas fluviales, dando origen ambas formas a plataformas detríticas ligeramente inclinadas hacia los ejes fluviales de los ríos Alcanadre y Flumen, que tras dirigir el drenaje de la depresión, convergen hacia el Cinca en el extremo oriental de ésta. A estas plataformas detríticas se les denomina sasos.

2.- SITUACIÓN.

El municipio de La Cartuja de Monegros está situado, como se ha dicho en el apartado anterior, en la zona suroeste de la comarca de los Monegros. Está rodeado por los municipios de: Pallaruelo de Monegros, Lanaja, San Juan de Flumen y Sariñena.

Los pueblos más cercanos y sus distancias a La Cartuja de Monegros son: Lanaja, a 5,8 Km.; Pallaruelo de Monegros, a 10,7 Km.; San Juan de Flumen, a 6,2 km; Sariñena, a 15,5 Km.

Las carreteras más importantes de acceso a La Cartuja de Monegros son:

- Calle de Pallaruelo desde Lanaja.
- CHE-1440 desde San Juan de Flumen
- A-230 de Sariñena A Pallaruelo y luego A-1221 desde Pallaruelo a La Cartuja de Monegros.

3.- DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA.

Los materiales que aparecen son del mioceno y están afectados por una deformación “póstuma” de edad postmiocénica de carácter anticlinal que da lugar a pendientes muy suaves. Normalmente la disposición de estos materiales es un estrato duro y calcáreo o calco-arenisco en la parte superior protegiendo los yesos más erosionables.

Al pie de esta sierra, donde se encuentran los glaciares, aparecen los materiales detríticos (cantos angulosos predominantemente calizos) que fosilizan los materiales terciarios que bordean las calizas miocénicas.

Por último, los valles de fondo plano están formados por depósitos continentales: limos, margas y algunos cantos.

4.- DESCRIPCIÓN EDAFOLÓGICA.

Siguiendo las normas de la clasificación americana (Soil Taxonomy), los suelos que encontramos en la zona pertenecen a los Ordenes: Entisoles, Inceptisoles y Aridisoles.

Así pues, los tipos de suelos que aparecen son:

- Orden ENTISOLES. Son los suelos más recientes y menos evolucionados, presentando un perfil tipo A/C más o menos profundo. El Suborden que aparece es:
 - Suborden ORTHENTS. Son poco frecuentes en la zona y se encuentran diseminados, asociados siempre a los Inceptisoles que ocupan las posiciones más favorables. Suelos en general muy pobres en materia orgánica y elementos minerales, alcalinos, no aptos para el cultivo debido a su gran inclinación y escasa profundidad, y con abundante caliza en el perfil, en el que aparece yeso en algunas zonas, principalmente en la mitad oriental de la zona. A nivel de Grupo se incluye dentro de los XEROFLUVENTS.
- Orden INCEPTISOLES. Está formado por los suelos medianamente evolucionados con un perfil tipo A/(B)/C en el que hay un horizonte Cambico (B) con un moderado grado de desarrollo. Son los más frecuentes de la zona, ocupando

aproximadamente el 70% de su superficie total. Suelos medianamente profundos, desarrollados a partir de materiales calizos, con abundante caliza en todo el perfil y a veces con acumulaciones de la misma en profundidad, sostienen la agricultura en secano de la misma. En la mitad oriental de la zona se hace presente la existencia de yeso en los perfiles, junto con la caliza, que hace que estos suelos tengan características Aridisoles.

- Orden ARIDISOL. Está formado por suelos medianamente evolucionados en general, con un perfil A/(B)/C en el que hay un horizonte *cálcico* o *sálico* (acumulación de sales) situado a menos de un metro de profundidad. Son por lo general suelos poco profundos. A nivel de grupo son *paleorthids* con costra caliza que indican un mayor desarrollo dentro del orden. Se encuentran en puntos muy concretos.

En conclusión, son suelos intermedios entre ambos Órdenes, pero por su profundidad, cantidad de caliza y disposición de la misma se incluyen entre los Inceptisoles. Se corresponden con los suelos pardo calizos característicos de la zona. A nivel de Grupo se clasifican como XEROCHREPTS.

5.- DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES AGROLÓGICAS.

En toda la superficie encontramos las siguientes zonas:

- CLASE II_s: Son aquellos terrenos en los que actualmente se están realizando trabajos para su puesta en riego, así como los situados en terrazas que se encuentran en regadío y otros de secano cuya única limitación es el agua.

Se corresponden con suelos de pendientes suaves de profundidad media y textura equilibrada, pero que en muchas ocasiones poseen pedregosidad. El subíndice s indica que existe suelo, aunque su profundidad no sea mayor de 90 centímetros.

- CLASE III_s: Comprende los suelos que, aun siendo capaces de soportar un laboreo intensivo, presentan limitaciones que obligan a tomar ciertas medidas para evitar la pérdida de su capacidad productiva. Presentan en algunas zonas erosión moderada (pendientes menores del 10%) así como cierta pedregosidad, defectos en la permeabilidad e insuficiente profundidad del suelo. No obstante, estas

características no perjudican en gran medida las labores y la rentabilidad de los cultivos. En esta clase están incluidas las tierras de saso.

- **CLASE VIII:** Abarca los terrenos que no ofrecen ningún aprovechamiento agrícola o forestal. Está formado por superficies rocosas, ríos, arroyos, núcleos urbanos y zonas con pendientes superiores al 50%.

6.- DESCRIPCIÓN HIDROLÓGICA.

El canal de Monegros es de donde vamos a sacar el agua. Tiene una longitud total de 133 kilómetros y se divide en dos tramos. El segundo tramo empieza cuando se junta en Tardienta con el canal del Cinca. El agua proviene del embalse de la Sotonera que se alimenta de diversos ríos como el Sotón, el Astón, la alberca de Alboré y parte del río Gallego.

Aquí medimos los caudales anuales medios cogidos de una estación de aforo de la confederación hidrográfica del Ebro (CHE) situada en el inicio del canal de Monegros en el pantano de la Sotonera.

Canal de Monegros	
Meses	Caudal Medio (m3/s)
Enero	1,217
Febrero	1,805
Marzo	4,847
Abril	14,477
Mayo	13,99
Junio	14,566
Julio	18,468
Agosto	17,615
Septiembre	11,305
Octubre	4,314
Noviembre	1,022
Diciembre	0,668

Así pues, en función de estos datos medios vemos que se puede implantar cualquier alternativa de cultivos ya que las dotaciones son superiores a las necesarias en cualquier momento del año.

1.- INTRODUCCION.

La puesta en riego de una zona depende del clima y del cultivo a instalar, ya que en función de estos se diseñará la instalación. El desarrollo o crecimiento de las plantas y las dosis de riego dependen del clima y del cultivo, por esto es necesario realizar un estudio climático de la zona.

Los datos climáticos para la realización del estudio climatológico se han tomado de la estación meteorológica de Lanaja, dado que es la más cercana a la parcela objeto de la transformación y cuyas coordenadas son 721315.0x , 4629695.0y, huso 30 ; a una altura de 368 metros sobre el nivel del mar. La serie de datos termopluviométricos tomada corresponde a un periodo de 9 años, de 2003 a 2012.

2.- ELEMENTOS DEL CLIMA.

Son los elementos que van a influir en el riego y en el tipo de cultivo a cultivar en la zona, estos elementos son: la temperatura, la precipitación, la humedad relativa y el viento.

2.1.- TEMPERATURAS.

Esta es una zona muy favorecida desde el punto de vista técnico, ya que la temperatura media de los meses más cálidos es mayor de 21°C, por lo que se pueden implantar cultivos que tengan altas exigencias de temperatura siempre y cuando exista agua suficiente.

El clima se puede considerar como mediterráneo continental, con temperaturas medias anuales de unos 13 a 14°C, con unas temperaturas medias del mes más frío de 4°C y con unas temperaturas medias en los meses más cálidos de unos 21 a 23 °C. El periodo de frío es de una duración de alrededor de 5 a 6 meses, pero poco intenso, siendo diciembre el mes más frío y agosto el más cálido.

A continuación se muestra en tablas los resultados de la serie climática de temperaturas, las cuales se toman para la realización de este anejo.

	2003			2004		
	T máxima	T media	T mínima	T máxima	T media	T mínima
ENERO				17,7	6,9	-4,2
FEBRERO				15,1	4	-4,7
MARZO				22,5	7,3	-6,2
ABRIL				24,8	10,4	-0,8
MAYO				29,6	15,2	3,6
JUNIO				36	22,1	8,2
JULIO				35,6	22,3	10,3
AGOSTO	32,7	23,3	14,5	34,9	22,7	8,8
SEPTIEMBRE	29,2	18,5	8,9	31,5	19,8	5,3
OCTUBRE	26,3	13,1	-1,2	29,3	15,1	2,6
NOVIEMBRE	18,3	9,2	0,1	19,1	7	-4,1
DICIEMBRE	16	5,4	-4,1	15	5,6	-4,6

	2005			2006		
	T máxima	T media	T mínima	T máxima	T media	T mínima
ENERO	17,3	2,5	-10,1	15,6	3,6	-4,8
FEBRERO	16,4	3,3	-11,1	17,5	4,2	-5,2
MARZO	24,8	8,3	-10,4	24,8	10,3	-3,8
ABRIL	29,3	12,2	2	26,2	12,9	-0,4
MAYO	30,4	17	5	34,6	17,7	3,1
JUNIO	36,1	22,7	9,6	34,4	21,5	4,9
JULIO	38	23,8	12,2	37,9	25,5	13,3
AGOSTO	35,4	22,3	10	32,6	21,4	9,5
SEPTIEMBRE	34	18,8	4,2	34,8	19,8	7
OCTUBRE	27,7	14,7	2,9	27,4	15,9	5,5
NOVIEMBRE	19,7	8	-2,3	21,3	20,6	-1,1
DICIEMBRE	15	1,7	-8,4	18,8	2,5	-9,6

	2007			2008		
	T máxima	T media	T mínima	T máxima	T media	T mínima
ENERO	19,2	4,4	-9,5	7,4	5,8	-5,1
FEBRERO	19	7,7	-5,3	20,2	7,3	-3,3
MARZO	22	8,9	-2,4	23	9,3	-1
ABRIL	27,8	13	2,7	28,6	12,3	-0,9
MAYO	31,1	16,7	3,7	30,6	15,3	4,1
JUNIO	33,8	20,4	7,2	34,4	19,6	7,8
JULIO	34,7	22,6	9,7	35	22,8	9,6
AGOSTO	37	21,6	8,6	36,5	22,5	9,6
SEPTIEMBRE	31,4	18,2	2,2	31,7	18,2	6,7
OCTUBRE	26,8	13,8	0,8	25,8	13,4	0,6
NOVIEMBRE	19,6	6,2	-10,5	16	6,6	-6,9
DICIEMBRE	17,7	3,9	-9	13,9	4,2	-5,8

	2009			2010		
	T máxima	T media	T mínima	T máxima	T media	T mínima
ENERO	18,1	4	-8,2	13,5	4,7	-4,8
FEBRERO	17,8	6	-4	16,5	4,7	-8,2
MARZO	24,1	9,1	-19,2	22	7,8	-6,4
ABRIL	26,2	11,2	0,3	28,2	12,3	-0,9
MAYO	31,8	17,6	4	30	14,7	-0,1
JUNIO	35,5	22,2	9	33,7	19,7	6,8
JULIO	35,5	23,7	11,6	37,8	24,6	0
AGOSTO	35,9	23,4	-1,8	36,7	22,7	9,1
SEPTIEMBRE	31,7	19	6,8	33,2	18,3	1,9
OCTUBRE	28,8	15	-1,1	25,6	12,9	-1,6
NOVIEMBRE	21,4	9,8	-1,6	21,7	7,7	-6,9
DICIEMBRE	17,2	5,1	-7	20,3	6,7	-8,4

	2011			2012		
	T máxima	T media	T mínima	T máxima	T media	T mínima
ENERO	17,3	3,3	-9,9	15,8	3,5	-8,2
FEBRERO	19,4	6,8	-4,5	21,4	3,8	-9,3
MARZO	24,3	8,9	-3,5	26,5	10,1	-6,3
ABRIL	30,5	14,1	1,5	25,7	10,6	-1,4
MAYO	33,6	17,4	3,5	33,6	17,3	2,1
JUNIO	36,5	20,4	6,4	37,6	22	8,2
JULIO	35,3	21,4	10,8	37,2	22,7	9,7
AGOSTO	37,2	23,5	8,8			
SEPTIEMBRE	34	19,6	4,1			
OCTUBRE	31,8	13,3	-0,8			
NOVIEMBRE	17,2	5	-5,5			
DICIEMBRE	15,1	3,7	-7			

2.2- RÉGIMEN DE HELADAS

A partir de la serie climática de 9 años de 2003 a 2012 se toman los intervalos de heladas, que son los siguientes:

INTERVALO (años)	PRIMERA HELADA	ÚLTIMA HELADA
2003-2004	25-oct	15-abr
2004-2005	08-nov	14-mar
2005-2006	18-nov	11-abr
2006-2007	30-nov	26-mar
2007-2008	02-nov	15-abr
2008-2009	15-nov	30-mar
2009-2010	16-oct	09-abr
2010-2011	27-oct	24-mar
2011-2012	09-nov	07-abr

Analizando esta serie climática podemos observar que el máximo intervalo de heladas es desde el 16 de octubre hasta el 15 de abril. Esto significa que tenemos

como máximo un número de 181 días con riesgo de heladas y un total de 184 días sin riesgo de heladas.

Por otra parte el periodo más corto de riesgo de heladas es el determinado entre el 30 de noviembre y el 14 de marzo. Con lo que obtenemos un periodo de 104 días con riesgo de helada y un total de 261 días libres de riesgo de heladas.

Como término medio cogeremos las fechas de 9 de noviembre como primera helada y el 7 de abril como fecha de última helada. Por lo tanto tenemos un total de 149 días con riesgo de heladas y 216 días libres de riesgo de heladas.

2.2.1.- RÉGIMEN DE HELADAS SEGÚN EMBERGER.

Divide el año en periodos según la posibilidad de producirse helada, utiliza la media de las temperaturas mínimas, con el siguiente criterio:

- A). Período **seguro de heladas**: Se produce cuando la temperatura media de las mínimas es inferior a 0°C.
- B). Período **frecuente de heladas**: Cuando la temperatura media de las mínimas está comprendida entre 0°C y 3°C.
- C). Período **poco frecuente de heladas**: Cuando la temperatura media de las mínimas está comprendida entre 3°C y 7°C.
- D). Período con heladas **muy poco frecuentes**: Cuando la temperatura media de las mínimas es superior a 7°C.

Con esto se puede deducir que:

RIESGO	T. (°C)	INICIO	FIN	Nº DIAS
Seguro	$T < 0^{\circ}\text{C}$	Noviembre	Marzo	151
Frecuente	$0^{\circ}\text{C} < T < 3^{\circ}\text{C}$	Octubre	Abril	211
Poco frecuente	$3^{\circ}\text{C} < T < 7^{\circ}\text{C}$	Mayo	Septiembre	154
Muy poco frec.	$T > 7^{\circ}\text{C}$	Junio	Agosto	92

2.2.2.- RÉGIMEN DE HELADAS SEGÚN PAPADAKIS.

Tiene en cuenta las fechas del año en que se dan temperaturas mínimas absolutas menores o igual a cero a dos y a siete grados. Con los valores de

estas temperaturas se calculan el periodo medio, el periodo máximo y el periodo libre de heladas (la totalidad del año menos el periodo medio con heladas).

Periodo	T < 0°C	T < 2°C	T < 7°C
Máximo	16 oct -15 abr (181 días)	6 oct-25 abr (201 días)	17sep-4 jun (260 días)
Medio	9 nov-7 abr (149 días)	29 oct-12 abr (165 días)	28 sep-24 may(238 días)
Libre	216 días	200 días	127 días

T = Temperatura mínima absoluta.

Estación media libre de heladas (**t > 0°C): 216 días.**

Estación disponible libre de heladas (**t > 2°C): 200 días.**

Estación mínima libre de heladas (**t > 7°C): 127 días.**

2.3.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE HORAS FRÍO.

Para su determinación se toman como referencia varios criterios:

Correlación de Weimberger (1956), el número de horas bajo 7°C, puede determinarse mediante el cuadro siguiente, en el que T es la media aritmética de las temperaturas de diciembre a enero.

T	13,2	12,3	11,4	10,6	9,8	9	8,3	7,6	6,9	6,3
Horas < 7°C	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250	1350

Para el mes de diciembre tenemos una temperatura media de 4,3 °C y para el mes de enero de 4,3 °C, por lo que la temperatura media es de 6,13 °C. Por lo tanto el **número de horas frío es mayor de 1350 horas.**

Correlación de Mota (1957), es el número mensual de horas por debajo de 7°C, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Y = 485,1 - 28,5 \cdot X$$

Donde: Y, es el nº de horas frío

X, es la temperatura media mensual en °C.

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
X	14,13	7,44	4,3	4,3	5,31	8,89	12,11
Y	82,4	273,06	308,4	362,55	362,55	228,89	139,97

El nº de horas frío es la suma de las Y de cada mes, es decir, $\Sigma Y = 1758$ horas frío (por debajo de 7°C).

- **Método de Tabuena**, este método es una adaptación de la correlación de Mota al valle del Ebro. Este método calcula las horas frío comprendidas entre el día 1 de noviembre y el 1 de abril, mediante la siguiente correlación:

$$Y = 700,1 - 48,6 \cdot X$$

Donde: Y es el nº mensual de horas frío.

X es la temperatura media mensual en °C.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
X	7,44	4,3	4,3	5,31	8,89
Y	338,5	491,1	491,1	442	268

El nº de horas frío comprendidas entre el 1 de noviembre y el 1 de abril es la suma de todas las Y (ΣY), que es de 2031 horas frío (por debajo de 7°C).

2.4.- ELEMENTOS HÍDRICOS.

2.4.1.- PRECIPITACIONES.

La zona en la que nos encontramos tiene unas precipitaciones mayores en las estaciones de primavera y otoño. Con las precipitaciones medias históricas se ve que en invierno y verano las cifras son un poco menores que en otoño e invierno. Debe tenerse en cuenta que las precipitaciones en verano suelen ser

normalmente de carácter tormentoso y por lo tanto la intensidad de lluvia es mayor y por consiguiente los días de lluvia menores que en otras estaciones.

El mes que presenta una mayor pluviometría es el mes de mayo con una media de 54,4 mm, en cambio el mes menos lluvioso es el de julio con una precipitación media de 20,7 mm. Estos meses presentan una gran variabilidad a lo largo de los años en los que algunos llueve mucho y en otros años no ha llovido nada.

El mes con el mayor número de días de lluvia es abril con una media de 7,22 días y el mes que presenta un menor número de días de lluvias es julio con 3,55 días.

Los datos se recogen en la siguiente tabla:

ESTACION	MES	PRECIPITACIÓN MEDIA(mm)	DIAS DE LLUVIA	% ESTACIÓN
INVIERNO	DICIEMBRE	33,4	6,11	21,55%
	ENERO	31,2	4,88	
	FEBRERO	31,2	4,66	
PRIMAVERA	MARZO	27,9	6,11	28,25
	ABRIL	43,3	7,22	
	MAYO	54,4	6,88	
VERANO	JUNIO	44,1	4,66	20,53
	JULIO	20,7	3,55	
	AGOSTO	26,5	4,11	
OTOÑO	SEPTIEMBRE	40,4	3,77	29,67
	OCTUBRE	47,9	5,88	
	NOVIEMBRE	43,6	4,77	

En la siguiente tabla se muestran los días de lluvia mensuales del año 2003 a 2012.

MESES	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	MEDIA
ENERO		4	2	5	5	7	7	9	5	0	4,89
FEBRERO		5	3	3	6	8	4	8	4	1	4,67
MARZO		7	2	6	6	4	5	8	15	2	6,11

ABRIL		6	5	4	11	10	8	6	5	10	7,22
MAYO		5	9	4	5	16	6	6	6	5	6,89
JUNIO		1	4	7	7	7	4	2	6	4	4,67
JULIO		6	3	6	6	3	3	3	3	3	4,00
AGOSTO		4	6	3	3	5	7	0	2	4	3,78
SEPTIEMBRE	6	2	2	8	8	4	4	4	2		4,44
OCTUBRE	12	5	11	5	2	6	5	5	2		5,89
NOVIEMBRE	10	3	4	4	2	6	5	1	8		4,78
DICIEMBRE	7	6	3	4	7	9	11	7	1		6,11

2.4.2.-HUMEDAD RELATIVA.

La humedad relativa es un dato necesario para el cálculo de la ET_0 . Se observa que la humedad relativa media anual está por encima del 68%; los meses de mayor y menor humedad relativa media son enero (82,52%) y julio (55,6%) respectivamente.

En la siguiente tabla se recogen las humedades relativas máximas, mínimas y medias para cada mes:

HUMEDADES RELATIVAS (%)			
MES	MÍNIMA	MEDIA	MÁXIMA
ENERO	22,91	82,52	99,18
FEBRERO	23,4	73,7	98,1
MARZO	12,8	67,6	97,5
ABRIL	19,89	70,3	98,1
MAYO	15,6	64,2	97,8
JUNIO	14,6	58,1	96,4
JULIO	12,8	55,6	95,4
AGOSTO	16,38	58,21	95,72
SEPTIEMBRE	18,22	66,08	97,24
OCTUBRE	24,06	73,38	97,63
NOVIEMBRE	35,17	79,22	98,11
DICIEMBRE	36,14	82,18	99,08

2.4.3.-NIEBLA Y ROCÍO.

Los días de niebla y rocío se hacen necesarios para la caracterización agroecológica de la zona. A continuación se muestra la tabla de las medias de días de niebla y de rocío:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días de niebla	9,83	1,83	1,16	1,83	1,33	1,33	0,17	0,33	0,5	1,8	4	9
Días de rocío	6	3,29	0,29	0	0	0	0	0	0	0	0,85	6

2.5.- EL VIENTO.

Los vientos predominantes en la zona son el cierzo y el bochorno que tienen dirección Oeste-Noroeste y Este-Sureste, respectivamente.

A continuación se muestra la velocidad del viento (U_2) en m/s, medida a 2 metros sobre el nivel del suelo.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
$U_{d(m/s)}$	2,34	2,58	2,91	2,36	2,26	1,92	2,03	1,97	1,77	1,77	2,11	2,3

3.- CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS (Indices climáticos).

3.1.- ÍNDICE DE LANG.

Se calcula mediante la expresión:

$$I_L = \frac{P}{T}$$

Siendo : P = Precipitación media anual en mm.

T = Temperatura media anual en °C.

Entonces: $I_L = 444,6 / 13,25 = 33,55$

La caracterización climática correspondiente al índice de Lang dice que se trata de una **zona árida**, ya que el valor calculado se encuentra en el intervalo $20 \leq I_L < 40$.

3.2.- ÍNDICE DE MARTONNE.

Se obtiene mediante la fórmula:

$$I_M = \frac{P}{T + 10}$$

Donde: P = precipitación media anual en mm.

T = temperatura media anual en °C.

Entonces: $I_M = 444,6 / (13.25 + 10) = 19.12$

La caracterización climática, según el índice de Martonne, nos dice que el clima es característico de estepas y países secos mediterráneos, ya que el valor está comprendido en el intervalo $10 \leq I_M < 20$

3.3.- ÍNDICE DE DANTIN CERECEDA Y REVENGA.

Con objeto de destacar la importancia de la aridez de una zona climática, proponen utilizar otro índice termopluviométrico que se define por la siguiente expresión:

$$I_{DR} = \frac{100 \times T}{P}$$

Siendo: T = Temperatura media anual, en °C.

P = Precipitación media anual, en mm.

Entonces:

$$I_{DR} = \frac{100 \times 13.25}{444,6} = 2,98$$

Como el valor calculado es 2,98 y el índice nos dice que si $4 > I_{DR} > 2$, estamos en una zona semiárida.

4.- CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS.

4.1.- CLASIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE PAPADAKIS (1960).

Papadakis considera que no son los valores absolutos que alcancen los factores climáticos los representativos de una clasificación agroclimática, sino las respuestas de los distintos cultivos. Por ello propone una clasificación en la que se utilizan fundamentalmente factores obtenidos a partir de valores extremos de los factores climatológicos. Esta clasificación se apoya en las siguientes caracterizaciones:

- Rigor del verano.
- Calor del verano.

A cada una de las características anteriores se le asigna una sigla representativa y, con ellas, se compone la fórmula climática de Papadakis.

Rigor del invierno.

Toma una serie de cultivos indicadores en función de sus exigencias térmicas y su respuesta ante las heladas. Los tipos climáticos son:

- Ecuatorial (Ec): No existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío es superior a 18 °C.
- Tropical (Tp): No existen heladas y la temperatura media de las mínimas del mes más frío varía entre 8 y 18 °C.
- Citrus (Ci): Hay heladas y la temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -2.5 y 7 °C.
- Avena (Av): Corresponde a una temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío, variable entre -10 y -2.5 °C.
- Triticum (Ti): La temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío varía entre -10 y -29 °C.
- Primavera (Pr): La temperatura media de las mínimas absolutas del mes mas frío es inferior a -29 °C.

En el siguiente cuadro se incluyen los diferentes tipos y subtipos climáticos en función del rigor del invierno, señalándose las escalas de valores para cada uno de ellos en función de las temperaturas.

TIPO	Temperatura media de las mínimas absolutas del mes mas frío. (°C)	Temperatura media de las mínimas del mes mas frío (°C)	Temperatura media de las máximas del mes mas frío (°C)
Ecuatorial (Ec)	>7°	>18°	
Tropical			
Tp (cálido)	>7°	13° a 18°	>21°
tp (medio)	>7°	8° a 13°	>21°
tp (fresco)	>7°		<21°
Citrus			
Ct (tropical)	7° a -2.5°	> 8°	>21°
Ci	7° a -2.5°		10° a 21°
Avena			
Av (calido)	-2.5° a -10°	>-4°	>10°
av (fresco)	>-10°		5 a 10°
Triticum			
Tv (trigo-avena)	-10° a -29°		>5°C
Ti (calido)	>-29°		0° a 5°
ti (fresco)	>-29°		<0°
Primavera			

Pr (mas calido)	<-29°		>-17.8°
pr (mas fresco)	<-29°		<-17.8°

La temperatura media de las mínimas absolutas del mes más frío (enero) es de $-7,2^{\circ}\text{C}$ que es mayor a -10°C , y la temperatura media de las máximas absolutas del mes más frío son superiores a 10°C ($t^a = 18.88^{\circ}\text{C}$). Sin embargo las temperaturas mínimas del mes más frío no son mayores a -4°C por lo que adoptaremos un rigor de invierno del tipo **av (fresco)**

Calor del verano.

De nuevo, se toman una serie de plantas indicadoras en función de sus exigencias térmicas para llegar a su madurez fisiológica. Los tipos climáticos son:

- Algodón (G): Periodo libre de heladas superior a 4.5 meses. Temperatura media de las máximas el semestre más cálido, superior a 25°C .
- Cafeto (C): Ausencia total de heladas. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21°C .
- Arroz (O): Periodo libre de heladas superior a 4 meses. Temperatura media de las máximas del semestre mas cálido, superior a 21°C .
- Maiz (M): Periodo libre de heladas superior a 4.5 meses. Temperatura media de las máximas del semestre más cálido, superior a 21°C .
- Triticum (T): Periodo libre de heladas superior a 4.5 meses (Triticum calido) o a 2.5 meses (Triticum menos cálido) y temperatura media de las máximas del semestre más cálido, inferior a 21°C .
- Polar cálido (P): Periodo libre de heladas inferior a 2.5 meses y temperatura media de las máximas de los cuatro meses más calurosos, superior a 10°C .

Los tipos y subtipos climáticos correspondientes al calor del verano aparecen en el siguiente cuadro:

TIPO	Duración de la estación libre de heladas (mínima disponible o media), en meses.	Media de la media de las máximas de los n meses más cálidos.	Media de las máximas del mes más cálido, $^{\circ}\text{C}$.	Media de las mínimas del mes más cálido, $^{\circ}\text{C}$.
Algodón (G)				

G (más cálido)	Minima >4.5	>25° n=6	> 33.5°	
g (menos cálido)	Minima >4.5	>25° n=6	< 33.5°	> 20°
Cafeto C	Minima 12	>21° n=6	< 33.5°	< 20°
Oryza (arroz)	Minima >4	21° a 25° n=6		
Maiz (M)	Disponible >4.5	>21° n=6		
Triticum				
T (más calido)	Disponible >4.	<21° n=6		
t (menos cálido)	Disponible 2.5 a 4.5	>17° n=4		
Polar cálido (P)	Disponible < 2.5	>10° n=4		

Según el calor del verano corresponde al tipo algodón (**G**), ya que la estación libre de heladas dura más de 4 meses y medio y la temperatura media de las máximas del semestre más cálido (de mayo a octubre) es de 32,43 °C que es superior a 25°C. La media de las máximas del mes más cálido (Julio) es 36,3°C mayores de 33,5°C.

Combinando los tipos correspondientes al rigor del invierno y calor del verano, puede decirse que la clase térmica de la zona es **avG, clima continental**.

4.2.- CLASIFICACION CLIMÁTICA DE KÖPPEN.

Es una clasificación climática basada en el crecimiento de la vegetación y, en consecuencia, su criterio se basa en el grado de aridez y la temperatura. Define diferentes tipos de clima según los valores representativos de la temperatura y precipitación de una región, independientemente de su situación geográfica.

Para determinar los límites de los distintos tipos climáticos escoge ciertos umbrales de temperatura y precipitación. En este caso, se debe adoptar el índice de Köppen (una modificación del índice de Lang en función de la distribución de la precipitación) propio de zonas en las que las precipitaciones se distribuyen regularmente (no es totalmente exacto, pero tampoco se concentran en verano o en invierno, que serían otras opciones).

Así pues, el índice de Köppen se calcula mediante la siguiente expresión:

$$K = \frac{P}{(T + 7) \cdot 10}$$

Donde:

- K: Índice de Köppen.
- P: Precipitación media anual, expresada en mm.
- Temperatura media anual, en °C.

$$K = \frac{444.6}{(13.25 + 7) \cdot 10} = 2,19$$

Las zonas climáticas correspondientes al índice de Köppen se resumen en el siguiente cuadro:

Índice de Köppen	Zonas climáticas
$K < 1$	Zona árida (BW)
$1 \leq K \leq 2$	Zona semiárida (BS)
$2 \leq K$	Zona húmeda

Así pues, según la clasificación de Köppen, nos encontramos en una zona **húmeda**

4.3.- CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE UNESCO-FAO (1963).

Los factores climáticos utilizados en esta clasificación son los siguientes:

- **Temperaturas.**

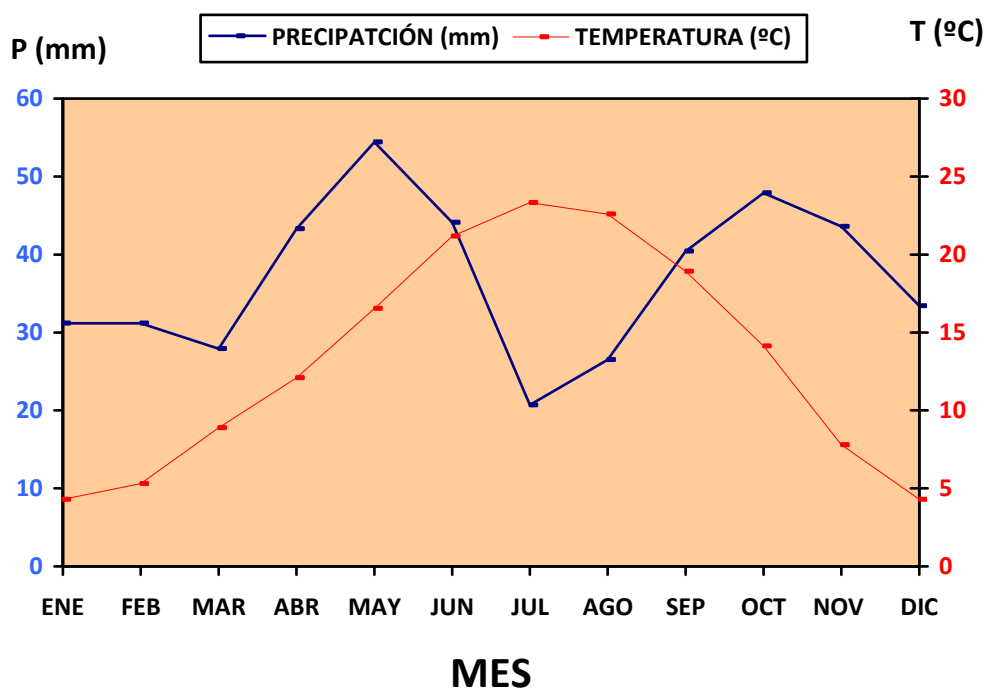
El mes más frío es enero, cuya temperatura media es de 4.3 °C, por lo tanto se encuentra dentro del **GRUPO 1: Climas templados, templado-cálidos y cálidos**. Como la temperatura media de las mínimas del mes más frío es de -7,3°C, entonces tenemos un **invierno muy frío**.

- **. Aridez.**

Según esta clasificación, dice que estamos en un mes seco cuando la precipitación total de todo el mes (en mm) es inferior al doble de la temperatura

media (°C). Si la precipitación supera el doble de la temperatura, pero no alcanza a tres veces éstas, se trata de un mes subseco. En consecuencia:

- Mes seco: $P < 2T$
- Mes subseco : $2T < P < 3T$



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P (mm)	31,2	31,2	27,9	43,3	54,4	44,1	20,7	26,5	40,4	47,9	43,6	33,4
T (°C)	4,3	5,31	8,89	12,1	16,54	21,17	23,32	22,6	18,91	14,13	7,79	4,3

Para comparar estos parámetros se realiza el diagrama ombrotérmico de Gausson, el cual se muestra a continuación, donde la temperatura se representa doble frente a las precipitaciones. Se observa un periodo seco en el que la curva pluviométrica está por debajo de la térmica, y comprende los meses de, junio, julio, agosto hasta el día 20. Como periodo subseco los restantes meses. Por lo tanto el clima de la zona se define como **monoxerico**.

- **Indices xerotérmicos.**

Para caracterizar la intensidad de la sequía, se utilizan los índices xerotérmicos. El índice xerotérmico mensual (X_m) señala el número de días del mes que pueden considerarse biológicamente secos. Para ello se cuenta con las siguientes consideraciones:

- días de lluvia (P)
- Número de días del mes (N)
- Número de días de niebla y rocío durante el mes (b)
- Factor que depende de la humedad relativa media diaria (f)

$$X_m = [N - (P + b/2)] \cdot f$$

De donde el índice xerotérmico de un periodo seco (IP_x) es la suma de los índices mensuales correspondientes a la duración del periodo seco. Se obtendrá a partir del diagrama ombrotérmico sumando los índices xerotérmicos de los meses completos que alcance el periodo de aridez.

$$IP_x = \sum X_m$$

	N	P	b	f	Xm	n	Xm total
JUNIO	30	4,66	1,33	0,9	22,21	30	22,21
JULIO	31	3,55	0,17	0,9	24,63	31	24,63
AGOSTO	31	4,11	0,33	0,9	24,05	20	15,52

n es el número de días hábiles en el periodod seco.

Se obtiene que $\sum X_m \text{ TOTAL}$ es de 62,36, por lo tanto este valor pertenece al intervalo $40 < IP_x < 75$, por lo tanto le corresponde la clasificación climática de **mesomediterráneo atenuado.**

De acuerdo con los valores de estos tres factores se engloba el clima dentro de los **cálidos, templado-cálido y templado**, es **monoxérico** y se clasifica como **mesomediterráneo atenuado.**

4.4.- CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE (1948).

4.4.1.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (ETP).

La evapotranspiración potencial (ETP) se calcula mediante la siguiente fórmula propuesta por Thornthwaite:

$$ETP_{\text{ajustada}} = 16 \cdot \left(\frac{10 \cdot t}{I} \right)^a$$

Donde: t^a = temperatura media mensual.

I = Índice de calor anual. Se obtiene como: $I = \sum_1^{12} i$ y donde $i = \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,79 \times 10^{-2} I + 0,49239$$

$$ETP \text{ (mm/mes)} = ETP_{\text{ajustada}} \cdot K$$

$$K = \text{coeficiente corrector.} \quad K = \frac{d}{30} \cdot \frac{N}{12}$$

d = nº días del mes

N = nº máximo horas de sol (depende de la latitud).

Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

MES	T (°C)	D (Días)	i	I	a	ETP ajustada	K	ETP
ENERO	4,3	31	0,8	58,28	1,407	10,43	0,81	8,44
FEBRERO	5,31	28	1,1	58,28	1,407	14,04	0,82	11,57
MARZO	8,88	31	2,39	58,28	1,407	28,94	1,02	29,65
ABRIL	12,1	30	3,81	58,28	1,407	44,72	1,12	49,94
MAYO	16,54	31	6,12	58,28	1,407	69,42	1,26	87,28
JUNIO	21,17	30	8,89	58,28	1,407	98,25	1,27	124,45
JULIO	23,32	31	10,29	58,28	1,407	112,57	1,28	144,44
AGOSTO	22,6	31	9,81	58,28	1,407	107,71	1,20	128,93
SEPTIEMBRE	18,91	30	7,49	58,28	1,407	83,82	1,08	90,10
OCTUBRE	14,13	31	4,82	58,28	1,407	55,63	0,96	53,17
NOVIEMBRE	7,79	30	1,96	58,28	1,407	24,07	0,82	19,65
DICIEMBRE	4,3	31	0,8	58,28	1,407	10,43	0,78	8,17

La ETP anual es 755,8 mm/año.

4.4.2.- DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HUMEDAD. BALANCE HÍDRICO.

Es necesario hacer un balance de agua del suelo para calcular el índice de humedad. En este balance intervienen los siguientes parámetros:

- Precipitaciones medias mensuales (P).
- Evapotranspiraciones potenciales medias mensuales (ETP).
- Reservas de agua del suelo (R).
- Variación de la reserva de agua (VR).
- Evapotranspiraciones reales mensuales (ETR).
- Déficits (D).
- Excesos (E).

Para poder aplicar la fórmula a toda clase de suelos, sin particularizar unas condiciones concretas, se establecen las siguientes hipótesis:

- La reserva de agua en el suelo varía entre 0 y 100 mm ($0 \leq R \leq 100$).
- La evapotranspiración real (ETR) corresponde, en los meses que por falta de humedad no se alcancen las condiciones potenciales, a las precipitaciones del mes sumadas a la reserva del suelo en el mes anterior ($ETR_i = P_i + R_{i-1}$).
- En los meses suficientemente húmedos, la ETR coincide con la potencial.
- Existe déficit de humedad en los meses en los que la ETR es inferior a la ETP.
- Existe exceso de humedad en los meses en que al acumular agua en las reservas del suelo, éstas superan el valor de 100.

BALANCE HÍDRICO													
MES	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
P	40,4	47,9	43,6	33,4	31,2	31,2	27,9	43,3	54,4	44,1	20,7	26,5	444,6
ETP	90,1	53,17	19,65	8,17	8,44	11,57	29,65	49,94	87,28	124,5	144,4	128,9	755,79
R	0	0	0	23,95	49,18	71,94	91,57	89,82	83,18	50,3	0	0	459,94
VR	0	0	23,95	25,23	22,76	19,63	-1,75	-6,64	-32,88	-50,3	0	0	0,00
ETR	40,4	47,9	19,65	8,17	8,44	11,57	29,65	49,94	87,28	94,4	20,7	26,5	444,6
D	49,7	5,27	0	0	0	0	0	0	0	30,05	123,7	102,4	311,19
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

❖ ÍNDICE DE HUMEDAD.

Se determinan los índices de falta (I_D) y de exceso (I_E) de humedad, relacionando el déficit y el exceso total anual con la ETP anual y expresando los resultados en %. Aplicando los datos del cuadro anterior se obtienen los siguientes índices:

$$I_D = \frac{D}{ETP} \cdot 100 = \frac{311,19}{755,79} \cdot 100 = 32.56\%$$

$$I_E = \frac{E}{ETP} \cdot 100 = \frac{0}{755,79} \cdot 100 = 0\%$$

El índice de humedad de Thornthwaite se determina por la expresión:

$$I_h = I_E - 0.6 I_D$$

Aplicando los datos que se vienen considerando:

$$I_h = 0 - 0.6 \cdot 32,56 = -19,55$$

Con lo cual el valor de I_h se encuentra está muy cerca del intervalo $-20 > I_h \geq -40$, entonces el tipo de clima es **semiárido**, y el siguiente intervalo es $0 > I_h \geq -20$ que entonces es un clima **seco subhúmedo**. Con lo que tendríamos un clima intermedio entre estos dos ya que se encuentra en el límite entre los dos. Tendría la sigla **C₁**

❖ EFICACIA TERMICA.

Según Thornthwaite, la ETP es un índice de eficacia térmica. La suma de las ETP medias mensuales sirve de índice de la eficacia térmica del clima considerado.

La ETP anual es de 755,59 mm, es decir, 75,6 cm; luego se encuentra comprendida en el intervalo $85.5 > ETP \geq 71.2$. Por lo tanto es un clima **mesotérmico**, y la sigla **B'₂**.

❖ VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA HUMEDAD.

Interesa determinar si en los climas húmedos existe periodo seco, y, viceversa, si en los climas secos existe periodo húmedo. Asimismo, deberá caracterizarse la estación en la que se presentan estos periodos. Para la determinación se usan los valores de I_E en los climas secos (C, D, E), y los valores de I_D en los climas húmedo (A, B, C₂).

Como en este caso el clima es del tipo C, se usará el valor del I_E que es nulo. Por lo tanto, pertenece al intervalo de $10 > I_E \geq 0$, que dice que hay un **nulo o pequeño exceso de humedad**, su sigla es **d**.

❖ **CONCENTRACION TERMICA EN VERANO.**

Está determinada por la suma de la ETP durante los meses de verano, en relación con la ETP anual, y expresada en %.

ETP _{junio}	= 124 mm
ETP _{julio}	= 144 mm
ETP _{agosto}	= 129 mm
ETP _{septiembre}	= 90 mm
ETP _{verano}	= 487 mm
ETP _{anual}	= 755.59 mm

$$C_v = \frac{ETP_{\text{verano}}}{ETP_{\text{anual}}} \times 100 = 64.45\%$$

Como C_v corresponde al intervalo $68.0 > C_v \geq 61.6$, le corresponde una **moderada concentración** de la eficacia térmica en verano y la sigla **b'₁**.

En consecuencia, el clima de la zona, de acuerdo con los datos obtenidos puede representarse por la siguiente fórmula climática, según Thornthwaite:

D B'₂ d b'₁

“Clima seco subhúmedo, segundo mesotérmico, con nulo exceso de humedad durante el invierno y moderada concentración de la eficacia térmica en verano”.

5.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION.

5.1.- CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO DE REFERENCIA (ET₀) POR EL MÉTODO DE BLANEY-CRIDDLE-FAO.

Este método se basa en la ecuación formulada por Blaney-Criddle modificada por Doorembos y Pruitt (1977) para la FAO, esta ecuación es:

$$ET_0 = [a + b \cdot p \cdot (0.46 t^a + 8.13)]$$

Donde:

ET_0 = Media mensual de la evapotranspiración de referencia (mm/día)

$a = 0.0043 \times HR_{\min} \text{ (en \%)} - (n/N) - 1.41$

$b = 0.81917 - 0.0040922 \times HR_{\min} + 1.0705 \times (n/N) + 0.065649 \times U_d - 0.0059684 \times HR_{\min} \times (n/N) - 0.0005967 \times HR_{\min} \times U_d$

p = porcentaje medio de horas diurnas anuales

HR_{\min} = humedad relativa minima en %

n/N = media mensual del coeficiente de insolación.

U_d = Media mensual de la velocidad diurna del viento en m/s (a 2 metros sobre el suelo).

Con estos parámetros se calcula la ET_0 para cada mes del año. Los resultados se recogen en la siguiente tabla:

MES	T (°C)	HR _{min}	n/N	p	a	b	U _d	ET ₀ día	D (Días)	ET ₀ mes
ENE	4,3	22,91	0,42	0,21	-1,73	1,24	2,34	0,90	31	27,87
FEB	5,31	23,4	0,52	0,24	-1,83	1,34	2,58	1,57	28	44,04
MAR	8,88	12,8	0,56	0,27	-1,91	1,49	2,91	3,01	31	93,21
ABR	12,1	19,89	0,56	0,3	-1,88	1,40	2,36	3,86	30	115,75
MAY	16,54	15,6	0,57	0,33	-1,91	1,44	2,26	5,56	31	172,51
JUN	21,17	14,6	0,65	0,34	-2,00	1,51	1,92	7,16	30	214,91
JUL	23,32	12,8	0,73	0,33	-2,08	1,61	2,03	7,94	31	246,00
AGO	22,6	16,38	0,73	0,31	-2,07	1,57	1,97	6,96	31	215,77
SEP	18,91	18,22	0,64	0,28	-1,97	1,46	1,77	4,89	30	146,82
OCT	14,13	24,06	0,57	0,25	-1,88	1,34	1,77	3,02	31	93,74
NOV	7,79	35,17	0,49	0,22	-1,75	1,19	2,11	1,32	30	39,62
DIC	4,3	36,14	0,39	0,21	-1,64	1,11	2,3	0,70	31	21,80

Nos sale un evapotranspiración anual de **1432,04 mm/año.**

5.2.- EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO (ET_c).

Para el cálculo de la ET_c de cada cultivo se utiliza la ET₀ que se ha calculado anteriormente por el método Blaney-Criddle-FAO.

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

Donde :

ET_0 = Evapotranspiración de referencia, media de los métodos utilizados.

K_c = coeficiente del cultivo. Depende del cultivo y la fase de desarrollo.

Los cultivos considerados a implantar en la zona se recogen en el anejo 5 (Rotación de cultivos). En los meses comprendidos desde después de la recolección hasta la siembra no hay ET_c . Los resultados de la ET_c mensual en mm para cada uno de los cultivos considerados son los siguientes:

CEBADA (<i>Hordeum vulgare</i>)			
SIEMBRA	05-nov	RECOLECCION	05-jul
	ET_0	K_c	ET_c
NOVIEMBRE	39,62	0,72	28,53
DICIEMBRE	21,8	0,73	15,91
ENERO	27,87	0,86	23,97
FEBRERO	44,04	1,02	44,92
MARZO	93,21	1,1	102,53
ABRIL	115,75	1,1	127,33
MAYO	172,51	0,86	148,36
JUNIO	214,91	0,29	62,32
		TOTAL:	553,87

MAIZ (<i>Zea mays</i>)			
SIEMBRA	01-may	RECOLECCION	15-oct
	ET_0	K_c	ET_c
MAYO	172,51	0,53	91,43
JUNIO	214,91	0,75	161,18
JULIO	246	1,08	265,68
AGOSTO	215,77	1,11	239,50
SEPTIEMBRE	146,82	0,96	140,95
OCTUBRE	93,74	0,62	58,12
		TOTAL:	956,86

ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>)			
SIEMBRA		RECOLECCION	
	ET₀	K_c	ET_c
ENERO	27,87	0,89	24,80
FEBRERO	44,04	0,89	39,20
MARZO	93,21	0,89	82,96
ABRIL	115,75	0,89	103,02
MAYO	172,51	0,89	153,53
JUNIO	214,91	0,89	191,27
JULIO	246	0,89	218,94
AGOSTO	215,77	0,89	192,04
SEPTIEMBRE	146,82	0,89	130,67
OCTUBRE	93,74	0,89	83,43
NOVIEMBRE	39,62	0,89	35,26
DICIEMBRE	21,8	0,89	19,40
		TOTAL:	969,88

GIRASOL (<i>Helianthus annus</i>)			
SIEMBRA	10-may	RECOLECCION	20-sep
	ET₀	K_c	ET_c
MAYO	172,51	0,51	87,98
JUNIO	214,91	0,71	152,59
JULIO	246	1	246,00
AGOSTO	215,77	0,98	211,45
SEPTIEMBRE	146,82	0,65	95,43
		TOTAL:	793,45

VEZA (<i>Vicia sativa</i>)			
SIEMBRA	20-sep	RECOLECCION	20-abr
	ET ₀	K _c	ET _c
SEPTIEMBRE	146,82	0,59	86,62
OCTUBRE	93,74	0,6	56,24
NOVIEMBRE	39,62	0,78	30,90
DICIEMBRE	21,8	1	21,80
ENERO	27,87	1,03	28,71
FEBRERO	44,04	1,03	45,36
MARZO	93,21	1,03	96,01
ABRIL	115,75	1	115,75
		TOTAL:	481,40

HABA (<i>Vicia faba</i>)			
SIEMBRA	01-feb	RECOLECCION	30-abr
	ET ₀	K _c	ET _c
FEBRERO	44,04	0,5	22,02
MARZO	93,21	1,15	107,19
ABRIL	115,75	1,1	127,33
		TOTAL:	256,54

CEBOLLA (<i>Allium cepa</i>)			
SIEMBRA	01-mar	RECOLECCION	20-sep
	ET ₀	K _c	ET _c
MARZO	93,21	0,6	55,93
ABRIL	115,75	0,6	69,45
MAYO	172,51	0,71	122,48
JUNIO	214,91	0,91	195,57
JULIO	246	1,01	248,46
AGOSTO	215,77	1	215,77
SEPTIEMBRE	146,82	0,85	124,80
		TOTAL:	1032,45

TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i>)			
SIEMBRA	01-may	RECOLECCION	25-sep
	ET ₀	K _c	ET _c
MAYO	172,51	0,53	91,43
JUNIO	214,91	0,79	169,78
JULIO	246	1,06	260,76
AGOSTO	215,77	1,06	228,72
SEPTIEMBRE	146,82	0,97	142,42
		TOTAL:	893,10

PIMIENTO (<i>Capsicum annum</i>)			
SIEMBRA	15-may	RECOLECCION	30-sep
	ET ₀	K _c	ET _c
MAYO	172,51	0,49	84,53
JUNIO	214,91	0,55	118,20
JULIO	246	0,89	218,94
AGOSTO	215,77	1,01	217,93
SEPTIEMBRE	146,82	0,96	140,95
		TOTAL:	780,55

1.- INTRODUCCION.

El suelo es el material de sustento de nuestros cultivos, por lo tanto, se hace necesario un estudio de sus características para intentar tener un mejor control sobre el cultivo y las necesidades de éste.

El estudio realizado a continuación está basado en los análisis de suelo de una finca próxima a la del proyecto, para ello analizaron varias muestras de la zona a transformar en el Laboratorio Agroambiental del Servicio de Investigación Agraria del Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón.

El análisis de suelos no es una finalidad en sí misma, sino que los resultados que proporcionan han de ser correctamente interpretados desde el punto de vista agronómico. A todo esto hay que añadir que el estudio del suelo comienza en el campo y que las determinaciones analíticas se van a realizar sobre una reducida muestra. Teniendo en esto cuenta, los resultados analíticos serán extrapolables al campo y podrán tener la aplicación que se pretende.

2.- CARACTERIZACION GENERAL DEL SUELO.

2.1.- MUESTREO.

Para el conocimiento de las características particulares del suelo estudiado, se tomaron tres muestras en la zona. Las muestras se recogieron a una profundidad de 30 cm.

2.2.- RESULTADOS OBTENIDOS.

2.2.1.- CARACTERES FÍSICOS DEL PERFIL EDAFICO.

Resultados según el USDA.

GRANULOMETRÍA	
Elementos gruesos(> 2 mm)	9%
Arena gruesa (0,5 - 2 mm)	15%
Arena fina (0,05-0,5 mm)	37%
Limo (0,002 - 0,05 mm)	25%
Arcilla (< 0,002 mm)	23%

Con los datos obtenidos se determina la clase textural del suelo entrando para ello en el triángulo de texturas, y resulta ser un suelo **Franco-Arcillo-Arenoso.**

ESTRUCTURA	
Profundidad (m)	0,70
Densidad real (Tm/m3)	2,60
Densidad aparente (Tm/m3)	1,27
Porosidad (%Volumen)	0,51

2.2.2.- CARACTERES HÍDRICOS DEL PERFIL EDAFICO.

CC	20
PMP	11
Agua útil	9
Velocidad de infiltración (mm/h)	43,60

La capacidad de campo y el punto de marchitez se han obtenido por medio del método analítico de las siguientes fórmulas:

$$CC = 0.5 \text{ Arcilla} + 0.16 \text{ Limo} + 0.02 \text{ Arena} + 2.6$$

$$PM = 0.3 \text{ Arcilla} + 0.1 \text{ Limo} + 0.015 \text{ Arena}$$

2.2.3.- CARACTERES QUÍMICOS.

FERTILIDAD	
pH (H ₂ O) 1:2,5	8
Materia orgánica (%)	1
Nitrógeno total (%)	0
Salinidad (CE en dS/m)	1,40
Carbonatos totales (%)	20,8
Relación C/N	13
Fósforo Olsen (ppm)	9
Magnesio (meq/100g)	1,4
Sodio (meq/100g)	7,5
Potasio (meq/100g)	125,4

2.3.- DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN.

La determinación de la velocidad de infiltración de agua en el suelo se realiza en campo, para ello se usa un infiltrometro de doble anillo o de Müntz, ya que es el método más práctico y sencillo.

El conocer la velocidad de infiltración del agua en el suelo se hace necesaria para el posterior dimensionado de los distintos sistemas de riego que se vaya a implantar en la finca.

Los resultados del ensayo se recogen en la siguiente tabla:

Tiempo (min)	H absoluta (cm)	ΔT (cm)	ΔH (cm)	H acumulada(mm)	Infiltración mm/h)	Relleno
0	82,2	0	0	0	0	
0,5	82,4	0,5	0,19	1,9	228	
1	82,5	0,5	0,13	3,2	156	
2	82,8	1	0,24	5,6	144	
5	83,2	3	0,47	10,3	94	
10	83,8	5	0,6	16,3	72	
20	84,8	10	0,96	25,9	57,6	
30	85,6	10	0,83	34,2	49,8	
60	87,8	30	2,16	55,8	43,2	
90	90	30	2,24	78,2	44,8	relleno
120	83	30	2,2	100,2	44	
150	85,2	30	2,15	124,7	43	
180	87,3	30	2,18	143,5	43,6	

3.- CONCLUSIONES DEL ESTUDIO REALIZADO.

3.1.- CONCLUSIONES DE CARÁCTER FÍSICO.

Con lo que respecta a la granulometría y a la estructura del suelo, se obtiene que es un suelo aceptable para el cultivo, con una estructura Franco- Arcillo- Arenosa.

Además, la profundidad del suelo no va a presentar problemas para el cultivo ya que permite cualquier desarrollo de raíz.

La densidad aparente y la densidad, junto con la porosidad son valores considerados como normales, por lo tanto no son factor limitante para el cultivo.

3.2.- CONCLUSIONES DE CARÁCTER HÍDRICO.

En el estudio realizado sobre la velocidad de infiltración, el valor obtenido se encuentra en un intervalo de infiltración moderada, lo que hace al suelo adecuado para el riego. Así que no va a limitar de algún modo el dimensionado del riego.

En lo que respecta a la capacidad de campo como al punto de marchitez, se obtiene un valor del agua útil en el suelo aceptable. Por lo tanto no será un factor limitante para ningún tipo de cultivo.

3.3.- CONCLUSIONES DE CARÁCTER QUÍMICO.

- FERTILIDAD.

- pH. El valor de pH obtenido es básico tendiendo a neutro, esto se debe a la cantidad de carbonatos que hay en el suelo. El valor se encuentra en un nivel aceptable.
- Materia orgánica. El valor obtenido es de 1%, lo que es un nivel pobre. Entonces se deberá aumentar la materia orgánica a un nivel entre el 2 a 2.5% que es un valor bueno.
- Nitrógeno total, del orden del 0.11% que es un valor medio, por lo tanto no se hace necesario ningún aporte adicional.
- La relación C/N, ha dado un valor alrededor de 13, que es un nivel normal.
- La salinidad medida en el extracto de pasta saturada se calcula midiendo la conductividad eléctrica (en dS/m). El valor obtenido ha sido de 1.3 dS/m, el cual es bajo y por lo tanto el suelo es no salino y el desarrollo de los cultivos será normal.
- El fósforo, obtenido por el método Olsen en ppm se encuentra en un nivel moderado por lo que no será necesaria la realización de ningún aporte.
- Cationes solubles. Tanto los niveles de sodio, de magnesio y de potasio obtenidos se encuentran en unos valores aceptables para el desarrollo de las plantas. Con lo cual no se hace necesario tomar ninguna medida.

4.- CÁLCULO DE LA ENMIENDA HUMICA.

El contenido óptimo en materia orgánica óptimo en un suelo de regadío se encuentra entre un 2% y un 3%. El nivel de materia orgánica de nuestro suelo es de un 1% con lo cual este contenido debe elevarse hasta aproximadamente de un 2.1 a un 2.2%, con lo cual el contenido existente deberá aumentarse en un 1.2% como mínimo.

Las dosis de corrección o enriquecimiento para elevar el nivel de materia orgánica (ΔMO), se calcularán por la fórmula:

$$\Delta MO = 10^4 \cdot p \cdot da \cdot \frac{(mo_f - mo_i)}{100}$$

Siendo:

p = profundidad de suelo considerada para elevar el % de MO, en m.

da = densidad aparente, en Tm/m³.

mo_i = porcentaje de materia organica inicial.

mo_f = porcentaje de materia organica final.

De aquí resultará, ΔMO = Cantidad de humus, en Tm/Ha.

Entonces, la cantidad de humus a aplicar será:

$$\Delta MO = 10^4 \cdot 0.7 \cdot 1.27 \cdot \frac{(2.1-1)}{100} = 97.79 \text{ Tm/Ha}$$

Para dicha corrección húmica se utiliza estiércol de vacuno, cuya composición es: 0.34% de N, 0.16% de P₂O₅, 0.4% de K₂O y 23% de materia seca.

El estiércol de vacuno utilizado, es estiércol descompuesto con un coeficiente $K = 0.5$.

La cantidad que se necesita de estiércol por hectárea para conseguir el equilibrio húmico se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C = \frac{\Delta MO}{K \times ms}$$

Donde:

C = cantidad de estiércol por Ha.

ms = porcentaje de materia seca del estiércol (en %).

Sustituyendo valores en la expresión anterior se obtiene una cantidad de estiércol de vacuno a aplicar de 850 Tm/Ha.

El estiércol de vacuno se obtendrá de las explotaciones cercanas a la finca.

5.- MANTENIMIENTO DE LA ENMIENDA ORGANICA Y NUTRIENTES.

Como ya se ha podido observar en el anterior punto, la cantidad de materia orgánica en el suelo es un poco baja a partir de cierta profundidad, propia de suelos pobres en régimen de secano, a los cuales no se les ha realizado ninguna enmienda húmica en muchos años.

Se recomienda, antes de sembrar algún cultivo, aportar parte de las cantidades de materia orgánica calculadas en el apartado anterior y a su vez realizar una rotación de cultivos que combine especies de altas exigencias nutricionales con otras exigencias menores, que aporten al suelo elementos nutritivos y cantidades importantes de materia seca, como restos de cosecha para que se vayan incorporando al complejo orgánico del suelo.

Se recomienda también, después de cada campaña, hacer un aporte de materia orgánica por medio de compost realizado de excrementos de animales explotados en extensivo y restos vegetales de cosechas como paja de cereales. Este aporte debe ser realizado en relación con los análisis que se hagan del suelo para aportar las cantidades necesarias.

Es muy recomendable no retirar los restos de cosecha de los cultivos y dejarlos en el terreno para que se descompongan y así incorporen nutrientes al suelo.

Es interesante incluir en la rotación de cultivos ciertas leguminosas (veza), que aportarán una importante cantidad de nitrógeno al suelo; e incluso se puede dejar sin cosechar, y con una labor de grada y fresadora incorporarlos al suelo como enmienda húmica en verde.

Además se propone que el estiércol calculado anteriormente se vaya racionando poco a poco ya que un aporte tan grande puede ser malo para el suelo y tardaría demasiado en degradarse, por lo que se propone ir haciendo aportes más racionados cada año y antes de cada cultivo para llegar al final al valor propuesto de M.O.

1.- INTRODUCCIÓN.

El agua es elemento principal para la nutrición de las plantas, como en ella se pueden encontrar diversas concentraciones de sustancias disueltas, y de estas concentraciones depende la calidad de la misma para su uso, es imprescindible un análisis de calidad del agua.

El agua que vamos a utilizar proviene del canal de Monegros. El canal de Monegros se junta con el canal del Cinca en Tardienta. Por lo que el análisis de agua lo tomaremos lo más cerca posible de la finca pero siempre en Tardienta o más abajo que Tardienta para que el análisis sea representativo del agua que tomamos.

Los métodos a seguir son los más utilizados, que nos darán un buen criterio sobre la calidad de nuestra agua. Por lo general, todos se basan a la hora de determinar la calidad del agua, en el contenido en sales solubles, sin considerar las relaciones que se establecen entre el agua y el medio en el que será consumida.

El gran problema del agua es la cantidad de sales solubles que contienen. Ya que aunque su concentración no sea muy peligrosa las consecuencias al interactuar con el suelo puede hacer que éste pierda fertilidad. Esto es debido a que la evapotranspiración disminuye la humedad pero casi no elimina las sales; por lo que si tenemos una determinada cantidad de sales solubles en el agua puede hacer que la salinidad en el suelo aumente y tengamos problemas productivos por un exceso de salinidad.

También pueden actuar otros fenómenos: al concentrarse las sales, alguna de ellas puede alcanzar su límite de solubilidad y precipitar, desplazando de la solución del suelo determinados cationes y alterando las propiedades iniciales. Esto suele ocurrir con algunas sales de calcio de baja solubilidad, la que tienen por consecuencia un aumento de la proporción de sodio en el agua del suelo y del PSI del mismo.

Este análisis por lo tanto nos dirá si se puede poner riego o hay que buscar otras soluciones

2.- RESULTADOS DEL ANÁLISIS.

Los datos del análisis están tomados en el punto de control 421 de calidad de agua de la confederación hidrográfica del Ebro. Este punto de control está en Tardienta y los datos son correspondientes al canal de Monegros.

Los resultados que voy a reflejar en las tablas son los correspondientes a los meses de Junio y Julio, ya que son los meses donde utilizaremos una mayor cantidad de agua debido a que son los meses de mayores necesidades.

CATIONES			ANIONES		
	meq/L	mg/L		meq/L	mg/L
Calcio (Ca^{2+})	2,145	42,9	Cloruros (Cl^-)	0,544	19,3
Magnesio (Mg^{2+})	0,708	8,5	Sulfatos (SO_4^{2-})	0,600	28,8
Sodio (Na^+)	0,668	14,7	Bicarbonatos (HCO_3^-)	1,492	91
Potasio (K^+)	0,059	2,3	Carbonatos (CO_3^{2-})	1,200	36
	3,580	68,4		3,835	175,1

- pH = 8,15
- $\text{CE}_{20^\circ\text{C}} = 312 \mu\text{mhos/cm}$
- Temperatura = 23,8 °C

OTROS IONES			
	mg/L		mg/L
Nitratos	1,1	Manganeso	0,0022
Bario	0,016	Mercurio	0
Cobre	<0,002	Plomo	<0,0005
Hierro	0,016	Boro	0,014

3.- INDICES DE PRIMER GRADO.

3.1 EL PH

El intervalo óptimo de pH se encuentra entre 7 y 8 en nuestro caso el pH es de 8,15 en el mes de julio y la media anual se encuentra en un pH de 8,16 es un valor que se puede considerar dentro del intervalo dado ya que la desviación es mínima.

3.2 CONTENIDO TOTAL DE SALES

El contenido total de sales es peligroso a partir de 1 g/Litro. La cantidad de sales disueltas e ionizadas en el agua es proporcional a la cantidad de corriente que pasará a través de ésta, según la siguiente relación:

$$\text{SD} = 0.64 \times \text{CE (a } 20^{\circ}\text{C)}$$

Donde:

SD = Concentración de sales en mg/L o ppm.

CE = Conductividad eléctrica en $\mu\text{mho/cm}$.

Sustituyendo los valores en la expresión anterior se obtiene que:

$$\text{SD} = 0.64 \times 312 = 199,68 \text{ mg/L}$$

El contenido total de sales es 200 mg/L ó 0.200 g/L.

3.3.- PRESIÓN OSMÓTICA DEL AGUA.

La presión osmótica del agua aumenta a medida que lo hace su concentración salina. La relación es lineal y puede calcularse por la fórmula:

$$\text{Po} = 0.36 \times \text{CE}$$

Donde:

Po = Presión osmótica, en atmósferas.

CE = Conductividad eléctrica, en mmho/cm .

Entonces, el resultado es:

$$\text{Po} = 0.36 \times 0.312 = 0.112 \text{ atm.}$$

3.4.- SALES PROBABLEMENTE EXISTENTES EN EL AGUA DE RIEGO.

Pueden determinarse a partir de valores que, para cada uno de los iones haya dado el análisis. Para ello se tendrá en cuenta que las sales que contiene, generalmente, el agua de riego son:

- Cloruro sódico y magnésico (NaCl , MgCl_2).
- Sulfatos sódico, cálcico y magnésico (Na_2SO_4 , CaSO_4 , MgSO_4).
- Carbonato sódico (Na_2CO_3).
- Bicarbonato cálcico y magnésico [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$].

Para determinar estas sales se aplicarán las siguientes reglas:

1ª) Sumar por separado los meq de calcio y magnesio y los de sulfatos y bicarbonatos. La menor de estas sumas se toma como representativa del contenido en bicarbonatos más sulfatos de calcio y magnesio.

- $\Sigma (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = 2,85 \text{ meq/L} = A$
- $\Sigma (\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-) = 2,1 \text{ meq/L} = B$
- $B = \text{CaSO}_4 + \text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 = 2,1 \text{ meq/L}$

2ª) Si en las sumas anteriores, los cationes superan a los aniones, el exceso se atribuye a cloruro magnésico (MgCl_2) y se interpreta que no hay sulfato sódico (Na_2SO_4).

- $\text{MgCl}_2 = B - A = 0.75 \text{ meq/L}$
- $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 0.0 \text{ meq/L}$

3ª) Todos los carbonatos (CO_3^{2-}), se atribuyen a carbonato sódico.

- $\text{Na}_2\text{CO}_3 = 1,2 \text{ meq/L}$

En definitiva, las sales probablemente que estarían presentes en el agua en la que se ha realizado el análisis serían:

- Cloruro magnésico.
- Sulfatos cálcico y magnésico.
- Bicarbonatos cálcico y magnésico.
- Carbonato sódico.

4.- COMPROBACIÓN DEL ANÁLISIS.

La comprobación del análisis se hace mediante dos criterios:

1º) La suma de cationes ha de ser igual a la suma de aniones, expresadas ambas en equivalentes o miliequivalentes por litro (eq/l ó meq/L).

Los resultados son:

- $\Sigma \text{Cationes} = 3.58 \text{ meq/L}$
- $\Sigma \text{Aniones} = 3.835 \text{ meq/L}$

La diferencia es de 0.255 meq/L. El margen de error que se puede admitir para esta diferencia es del 7% ya sea por exceso o por defecto. En este caso el error cometido es del 6,6 %.

2º) La suma de cationes expresada en meq/l y multiplicada por un coeficiente que oscila entre 80 y 110 debe ser igual a la conductividad eléctrica expresada en $\mu\text{mhos/cm}$; por lo tanto:

$$K = \frac{312}{3.58} = 87,15$$

El valor obtenido, 87,15, está comprendido dentro del intervalo indicado anteriormente, por lo tanto el análisis cumple esta comprobación.

5.- INDICES DE SEGUNDO GRADO.

5.1.- RELACION DE ADSORCION DE SODIO (SAR o RAS).

La relación de adsorción de sodio hace referencia a la concentración del ion sodio y los iones calcio y magnesio. Su valor numérico se determina mediante la expresión:

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}$$

Las concentraciones de los cationes se expresan en meq/L.

Cuando al analizar un agua se encuentran valores de SAR mayores que 10, se puede decir que esa agua es alcalinizante, siendo mayor el riesgo de alcalinización cuanto mayor es este valor.

En este caso se obtiene un valor de SAR de:

$$\text{SAR} = \frac{0.668}{\sqrt{\frac{2,145 + 0,708}{2}}} = 0.56$$

Por lo tanto **0.56 es menor que 10**, por lo tanto se puede considerar un **agua optima para el riego.**

5.2.- DUREZA DEL AGUA.

Otro índice que se suele encontrar en los estudios de aguas, está referido al contenido de calcio que hay en estas, y se expresa en grados franceses, mediante la siguiente expresión:

$$F = \frac{(Ca^{2+} \cdot 2.5) + (Mg^{2+} \cdot 4.12)}{10}$$

En la expresión las concentraciones de los cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} se expresa en mg/L. Sustituyendo en la expresión por los valores correspondientes se obtiene un valor de **14,23**, por lo que se entiende que es un agua **medianamente dulce** según fuente de Ros Orta.S,(2001)

5.3.- RELACION DE CALCIO.

Esta relación muestra la proporción del contenido de calcio respecto a los restantes cationes. Se expresa en meq/L, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$RC = \frac{Ca^{2+}}{Ca^{2+} + Na^{+} + Mg^{2+}}$$

Sustituyendo por los valores correspondientes se obtienen un **valor de la relación de calcio de 0.609**.

5.4.- RELACION DE SODIO.

Esta relación es similar a la anterior, y muestra el contenido de ion sodio que hay en un agua respecto a los restantes cationes. Se expresa en meq/L, y se calcula mediante la expresión siguiente:

$$RS = \frac{Na^{+}}{Ca^{2+} + Na^{+} + Mg^{2+}}$$

Sustituyendo en la expresión anterior por los valores que corresponden a cada cation, se obtiene un valor numérico de la **relación de sodio de 0.19 meq/L**.

5.5.- COEFICIENTE DE ALCALI (K_1) O ÍNDICE DE SCOTT.

Este índice define *“la altura de agua, expresada en pulgadas, que, al evaporarse, dejaría en el suelo en un espesor de cuatro pies, una cantidad de sales suficiente para convertirlo en un medio perjudicial”*.

Se calcula a partir del valor que alcanza la relación $(Na^+ - 0.65 Cl^-)$, expresando sus componentes en mg/L. Así pues:

$$\text{- Si: } (Na^+ - 0.65 Cl^-) \leq 0, \text{ entonces: } K_1 = \frac{2040}{Cl^-}$$

$$\text{- Si: } 0 < (Na^+ - 0.65 Cl^-) < 0.48 SO_4^{2-}, \text{ entonces: } K_1 = \frac{6620}{Na^+ + 2.6 \cdot Cl^-}$$

$$\text{- Si: } 0 < (Na^+ - 0.65 Cl^-) > 0.48 SO_4^{2-}, \text{ entonces: } K_1 = \frac{662}{Na^+ - 0.32 \cdot Cl^- - 0.48 \cdot SO_4^{2-}}$$

En nuestro caso:

- $(Na^+ - 0.65 Cl^-) = 14.7 - 0.65 \times 19.3 = 2.16 \text{ mg/L}$
- $0.48 SO_4^{2-} = 0.48 \times 28.8 = 13.82 \text{ mg/L}$.

El valor de la relación $(Na^+ - 0.65 Cl^-)$ pertenece al 2º caso, por lo tanto se obtiene un valor de $K_1 = 102.03$, por lo tanto, siguiendo la clasificación de Stabler, se trata de un **agua buena, por lo que es utilizable y apta para el riego**.

5.6.- ÍNDICE DE EATON O CARBONATO SODICO RESIDUAL (CSR).

Indica la peligrosidad del sodio una vez que han reaccionado los cationes de calcio, magnesio con los aniones carbonato y bicarbonato. Se calcula a partir de los valores obtenidos en el análisis, expresados en meq/L.

$$CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^{2-}) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

El criterio para caracterizar aguas de riego, según este índice es: *“No son buenas las aguas que contienen más de 2.5 meq/L; son dudosas las que presentan un*

contenido entre 1.25 y 2.5 meq/L y son buenas, si este contenido es inferior a 1.25 meq/L.”

Así pues, en este caso: **CSR = (1,2 + 1.492) – (2,145 + 0,544) = -0,161 meq/L.**

Por lo tanto como el valor obtenido es inferior a 1.25 meq/L, **el agua es buena y utilizable para el riego.**

6.- CARACTERIZACION DEL AGUA DE RIEGO PARA EL RIESGO DE ALCALINIZACION DEL SUELO.

La influencia sobre la permeabilidad del suelo que tiene un agua de riego no depende sólo de la relación entre los cationes sodio, calcio y magnesio, sino que está relacionada también con la presencia en la composición del agua de iones bicarbonato, y carbonato; cuya actividad da lugar a la precipitación del agua de iones magnesio y, en consecuencia, a la disminución de la concentración de estos elementos en beneficio de la acción degradante que tiene el sodio en el suelo.

Para evaluar el riesgo de alcalinización de un suelo, R.S. Ayers y D.W. Westcot en 1976, consideraron que el conocido índice SAR no era representativo, debido a la precipitación de los carbonatos y bicarbonatos cálcicos y magnésicos y del sulfato cálcico, quedando en solución el carbonato sódico que aumentaba de forma muy importante la proporción relativa de sodio. Proponen un valor de SAR ajustado (SAR_{aj}) que puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$SAR_{aj} = SAR [1 + (8.4 - pH_c)] = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} [1 + (8.4 - pH_c)] \quad (1)$$

Donde el SAR es el calculado en el apartado 5.1 de este anejo y pH_c es un valor teórico calculado para el pH del agua de riego con cal y en equilibrio con el CO₂ de la atmósfera del suelo.

El valor pH_c se determina mediante la siguiente fórmula:

$$pH_c = (pK'_2 - pK'_c) + p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) + p(Al_k)$$

Siendo:

- pK'_2 = el logaritmo decimal, cambiado de signo, de la segunda constante de disociación del H_2CO_3 .
- pK'_c = el logaritmo decimal, cambiado de signo, de la constante de solubilidad del $CaCO_3$.
- $p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$ = el logaritmo decimal, cambiado de signo, de la concentración molar de Ca^{2+} y Mg^{2+} .
- $p(Al_k)$ = el logaritmo decimal, cambiado de signo, de la concentración equivalente de $HCO_3^- + CO_3^{2-}$.

En la siguiente tabla se incluyen los valores necesarios para calcular pH_c a partir de los resultados obtenidos de los análisis de agua.

Se comprueba que los valores, obtenidos por el SAR ajustado en el agua presentan una correlación muy alta (superior a los de SAR) con el SAR medido en los extractos de saturación de los suelos regados. Se ha comprobado que los valores de SAR ajustado altos, perjudican más a las arcillas que se contraen, que a las que no sufren variaciones de volumen.

- $(pK'_2 - pK'_c)$, se obtiene de la suma de Ca^{2+} , Mg^{2+} y Na^+ en meq/L.
- $p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$, se obtiene de la suma de Ca^{2+} y Mg^{2+} en meq/L.
- $p(Al_k)$, se obtiene de la suma de $HCO_3^- + CO_3^{2-}$ en meq/L.

Entonces:

- $(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+) = 3.52$ meq/L
- $(Ca^{2+} + Mg^{2+}) = 2.85$ meq/L
- $(HCO_3^- + CO_3^{2-}) = 2.69$ meq/L

TABLA PARA CALCULAR pH_c			
Suma concentración (meq/l)	$(pK'_2 - pK'_c)$	$p(Ca^{2+} + Mg^{2+})$	$p(Al_k)$
0,05	2,0	4,6	4,3
0,10	2,0	4,3	4,0
0,15	2,0	4,1	3,8
0,20	2,0	4,0	3,7
0,25	2,0	3,9	3,6
0,30	2,0	3,8	3,5
0,40	2,0	3,7	3,4
0,50	2,1	3,6	3,3
0,75	2,1	3,4	3,1
1,00	2,1	3,3	3,0
1,25	2,1	3,2	2,9
1,50	2,1	3,1	2,8
2,00	2,2	3,0	2,7
2,50	2,2	2,9	2,6
3,00	2,2	2,8	2,5
4,00	2,2	2,7	2,4
5,00	2,2	2,6	2,3
6,00	2,2	2,5	2,2
8,00	2,3	2,4	2,1
10,00	2,3	2,3	2,0
12,50	2,3	2,2	1,9
15,00	2,3	2,1	1,8
20,00	2,4	2,0	1,7
30,00	2,4	1,8	1,5
50,00	2,5	1,6	1,3
80,00	2,5	1,4	1,1

Entrando en la tabla anterior, con los datos calculados anteriormente se obtienen los siguientes valores:

- $(pK'_2 - pK'_c) = 2.2$
- $p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) = 2.83$
- $p(Al_k) = 2.562$

Con estos valores se calcula el valor de pH_c :

$$pH_c = (pK'_2 - pK'_c) + p(Ca^{2+} + Mg^{2+}) + p(Al_k) = 2.2 + 2.83 + 2.562 = 7.592$$

Así pues, el valor del SAR ajustado aplicando la fórmula (1), es:

$$SAR_{aj} = 0.56 \times [1 + (8.4 - 7.592)] = 1.012$$

Con este valor de SAR ajustado, entrando en la siguiente tabla se obtiene que **no hay problema de alcalinización**.

	Calificación del agua
$SAR_{aj} \leq 6$	No hay riesgo de alcalinización.
$6 < SAR_{aj} < 9$	Moderado riesgo de alcalinización.
$9 < SAR_{aj}$	Grave riesgo de alcalinización

7.- NORMAS COMBINADAS PARA CARACTERIZAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS UTILIZADAS EN EL RIEGO.

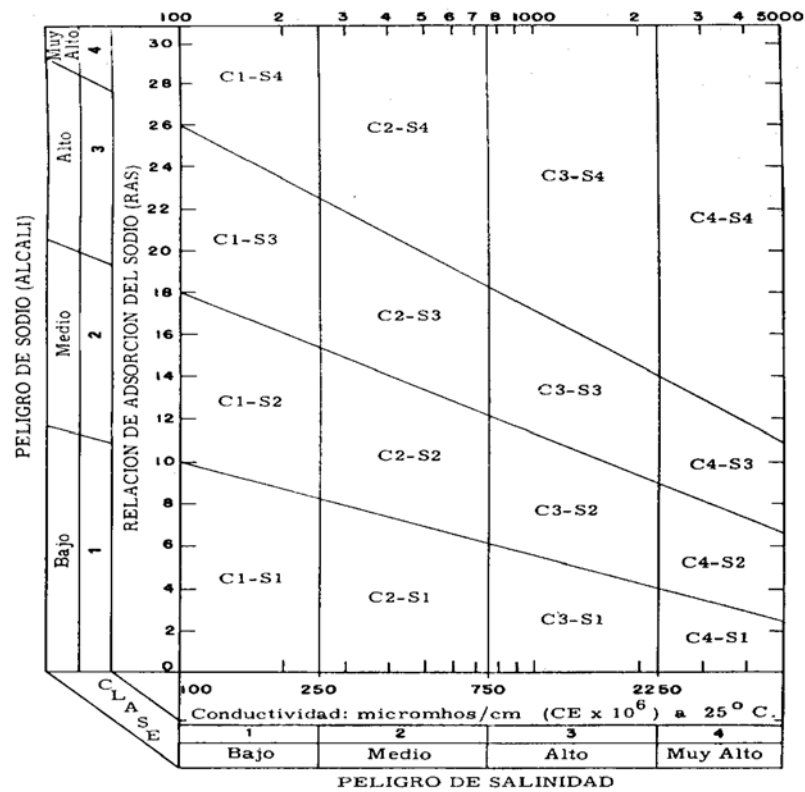
Hay muchos criterios para poder obtener un resultado sobre la calidad del agua a utilizar. Aquí, utilizaremos solamente los de mayor aceptación y se basan en la utilización combinada de alguno de los índices antes descritos.

7.1.- NORMAS RIVERSIDE.

Relacionan la conductividad eléctrica y el SAR. Según estos dos índices se establecen dieciséis clases de aguas en función del riesgo de alcalinización y salinización.

Utilizando los dos parámetros anteriores, el agua se caracteriza mediante una fórmula tipo C_iS_j , en la que los valores de C, son los correspondientes a la CE y los S, los del SAR. Los subíndices varían entre 1 y 4..

Entrando en el siguiente diagrama con los valores de SAR = 0.56 y CE = 312 μ mhos/cm, se obtiene una clase de agua C2-S1, que indica un riesgo medio de salinización del suelo y bajo de alcalinización.



Normas de Riverside. Diagrama para la clasificación de aguas de riego. (U. S. Soil Salinity Laboratory).

7.2.- NORMAS H. GREENE.

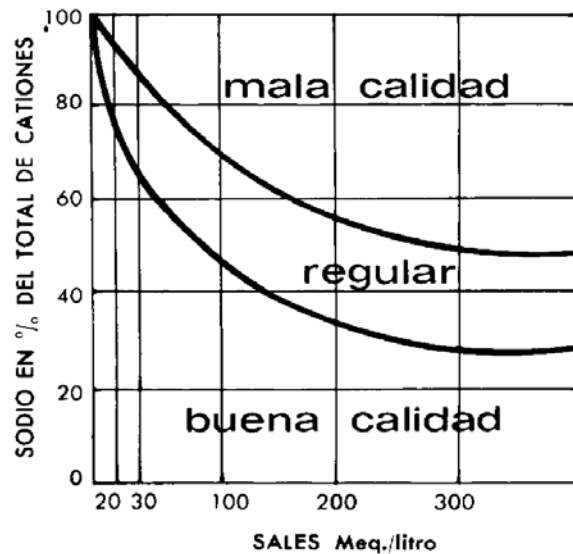
Estas normas toman como datos de partida la concentración total de las aguas expresadas en meq/L con relación al porcentaje de sodio, expresado respecto al contenido total de cationes en meq/L.

CATIONES		
	meq/L	mg/L
Calcio (Ca^{2+})	2,145	42,9
Magnesio (Mg^{2+})	0,708	8,5
Sodio (Na^+)	0,668	14,7
Potasio (K^+)	0,059	2,3
	3,580	68,4

Entonces:

- $\%Na = \frac{0.668}{3.58} \cdot 100 = 18.66\%$
- Concentración total (cationes+aniones) = $3.58 + 3.835 = 7.42$ meq/L.

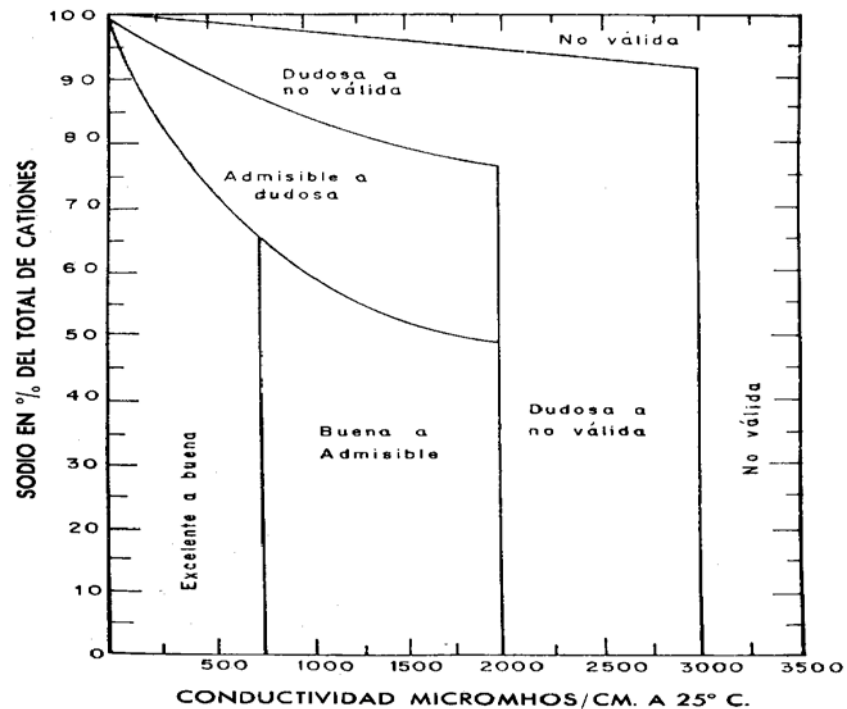
Con estos valores obtenidos se entra en la siguiente gráfica y se obtiene como resultado un agua de **buena calidad para el riego**



7.3.- NORMAS DE WILCOX.

Este autor considera como los índices para clasificar las aguas de riego, el porcentaje de sodio respecto al total de cationes y la conductividad eléctrica en $\mu\text{mhos/cm}$.

El porcentaje de sodio ($\%Na$) se ha calculado en el apartado 7.2, y es de 18.66%. La conductividad eléctrica a 20°C es de $312 \mu\text{mhos/cm}$.



Por lo tanto, entrando en la siguiente gráfica se obtiene un tipo de agua de **“Excelente a buena para el riego”**.

7.4.- RECOMENDACIONES DE TAMÉS.

Propone un sistema de clasificación en el que los diferentes riesgos quedan definidos por las relaciones siguientes:

- **Riesgo de salinización.** Considera los sólidos disueltos en gramos/litro (g/L) o su equivalente en conductividad eléctrica.
- **Riesgo de alcalinización:** Considera dos índices:
 - a) **Índice de Eaton o carbonato sódico residual (CSR).** Determinado en el apartado 5.6.- de este anejo.
 - b) **Índice de Kelly o relación de calcio.** Determinado en el apartado 5.3.- de este anejo.
- **Riesgo de fitotoxicidad.** Considera el contenido en boro dado en la escala de Scofield.

De acuerdo con todo ello, los criterios para la clasificación propuesta por Tamés, son los siguientes:

	Aguas positivamente buenas	Aguas positivamente malas
Sólidos disueltos (g/L)	< 0.5	> 12
Índice de Eaton o CSR (meq/L)	< 1.25	> 2.5
Relación de calcio (%)	> 35	< 35
Contenido en boro (mg/L)	< 0.33	> 3.75

En nuestro caso las características del agua son:

- Sólidos disueltos = 6 mg/L = 0.006 g/L < 0.5 g/L
- Índice de Eaton o CSR = -0.161 meq/L < 1.25 meq/L
- Relación de calcio = 0.61 (en tanto por uno) → 61% > 35 %
- Contenido en boro = 0.014 < 0.33

Por lo tanto, el agua se considera como **“positivamente buena y apta para el riego”**.

8.- CONCLUSIONES AL ESTUDIO DE CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO.

Con todo lo expuesto en este anejo, se llega a la conclusión de que esta agua no causará ningún problema sobre el desarrollo de los cultivos ni sobre el suelo de la parcela, ya que reúne todos los requisitos mínimos de calidad.

Por lo tanto se puede decir, que el agua del canal de Monegros es óptima para el riego, sin ningún tipo de limitación; con lo cual se aconseja el desarrollo del presente proyecto.

1.- INTRODUCCION.

El contenido del presente anejo pretende proponer unas pautas para organizar la distribución de los cultivos, y elegir los más aptos para la zona y el sistema de riego que se va a implantar en la parcela.

La rotación de cultivos propuesta, tiene la finalidad de obtener rendimientos crecientes, alcanzar la máxima rentabilidad de la actividad agrícola que se ha de llevar a cabo. Así pues se necesita programar una alternativa y una rotación eficaz de cultivos.

La alternativa ha de presentar un carácter elástico, para poder reaccionar ante las fluctuaciones que se produzcan en el mercado en años venideros. Además ha de ser programada a largo plazo, no en cuanto al número de años, sino a la importancia de los cultivos.

2.- CULTIVOS PROPUESTOS PARA LA ROTACIÓN.

Los cultivos propuestos son aquellos que, por su gran extensión cultivada o que por su importancia económica, son cultivos de relevancia en la zona o que pueden llegar a adquirirla en breve tiempo.

Estos cultivos son aquellos para los cuales se ha calculado sus necesidades de riego en el anejo 3, indicando en éste sus fechas de siembra y recolección, pero que se vuelven a indicar en este anejo, así pues, estos cultivos son:

CULTIVO	Fecha siembra	Fecha recolección
Cebada	5-NOVIEMBRE	5-JUNIO
Maíz	1-MAYO	15-OCTUBRE
Alfalfa	15-SEPTIEMBRE	
Girasol	10-MAYO	20-SEPTIEMBRE
Veza	20-SEPTIEMBRE	20-ABRIL
Haba	1-FEBRERO	30- ABRIL
Tomate	1-MAYO	25-SEPTIEMBRE
Cebolla	1-MARZO	20-SEPTIEMBRE
Pimiento	15-MAYO	30-SEPTIEMBRE

El hecho de que se reflejen estos cultivos en la rotación, no quiere decir que el propietario de la finca deba cumplir dicha rotación, se propone una serie de cultivos que pueden tener una buena producción, así como un interés económico. El propietario será el que decidirá luego la rotación a seguir.

Para la elección de los cultivos de la rotación se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- La capacidad del propietario de comercializar los productos.
- Cierta flexibilidad en la rotación para que el agricultor pueda introducir cultivos no previstos que interesen en un determinado momento.
- Adaptación de los cultivos en clima y suelo (cultivos de la zona).
- La condición mejoradora o esquilmanante de los cultivos sobre el suelo.
- La combinación de distintas especies para evitar la proliferación de malas hierbas y parásitos específicos.

3.- PARÁMETROS DE ROTACIÓN Y DE LA ALTERNATIVA.

Con los datos de permanencia de cada cultivo en campo, y teniendo en cuenta los requerimientos de cada cultivo y las condiciones nutricionales del suelo, se puede realizar una distribución de los cultivos a través de los años.

Para obtener una buena rotación se tendrá en cuenta las necesidades nutricionales de cada cultivo. Así pues, se dispondrá de cultivos con altas necesidades, combinándolos con otros cultivos mejorantes del suelo como pueden ser la veza, la alfalfa y el haba.

Tenemos en total tres parcelas. Dos de ellas irán destinadas a la rotación para el riego de aspersión. En total son 60.23 ha. La otra parcela estará destinada a la rotación con riego por goteo. En total son 33.99ha.

4.- ROTACIÓN DE LOS CULTIVOS.

La rotación sigue el siguiente diagrama y se podrá modificar según sea conveniente:

AÑO 1												AÑO 2												AÑO 3												AÑO 4											
E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
CEBADA							VEZA					MAÍZ							HABA			GIRASOL				VEZA					MAÍZ																

AÑO 5												AÑO 6												AÑO 7												AÑO 8											
E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
	HABA			GIRASOL				VEZA																ALFALFA																							

AÑO 9												AÑO 10												AÑO 11												AÑO 12											
E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
												ALFALFA																HABA			GIRASOL				VEZA												

AÑO 13												AÑO 14												AÑO 15																							
E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D												
VEZA				MAÍZ												HABA				GIRASOL								VEZA								MAÍZ											

Anejo 6.- Rotación de cultivos.

La rotación a seguir para el riego a goteo será la siguiente. Esta dispuesta para tres años con variación de un tipo de cultivo cada año. Así tendremos tomate, cebolla y pimiento en esos tres años, ocupando cada año totalmente el terreno uno de los cultivos.

El diagrama de rotación para el riego a goteo se presenta a continuación:

AÑO 1											
E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
				TOMATE							

AÑO 2											
E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
				PIMIENTO							

AÑO 3											
E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
		CEBOLLA									

1.- INTRODUCCIÓN.

En este anejo se van a explicar las ventajas y los inconvenientes que presentan cada uno de los sistemas de riego elegidos a implantar en la parcela a transformar. Asimismo se indican las características de los elementos que constituyen los diferentes tipos de sistemas elegidos (aspersores, goteros, filtros, etc.).

2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Se ha elegido la aspersión como sistema de riego, porque sus características técnicas hacen posible esta transformación. Las principales características que definen el riego por aspersión son:

- Distribución del agua en forma de lluvia, de manera uniforme sobre el suelo.
- Permite el riego de terrenos con pendiente sin la necesidad de realizar nivelaciones en el terreno.
- Conducción del agua por el interior de tuberías a presión, sin ningún tipo de pérdidas en su distribución.
- Distribución del agua sobre el terreno a medida que se va infiltrando, pudiendo aplicar solo las dosis necesarias para el cultivo, con el consiguiente ahorro de agua.
- Se evitan las pérdidas de agua por escorrentía, así se evita la erosión del suelo fértil.
- Con el propio sistema de riego se pueden aplicar tratamientos fitosanitarios, y aporte de fertilizantes.
- Se adapta a la mayoría de los cultivos incrementando su producción respecto a los sistemas de riego tradicionales.
- La exigencia de mano de obra disminuye en comparación con los sistemas de riego tradicionales.
- La eficiencia de riego es más satisfactoria que en riegos tradicionales.

Las características indicadas anteriormente son las ventajas del riego por aspersión, pero éste también presenta ciertos inconvenientes, los cuales son:

- La mala compatibilidad del viento con la eficiencia de aplicación del riego, disminuyendo esta considerablemente, con lo que deberá evitarse el riego en días con velocidades de viento elevadas.
- El coste elevado de implantación, que se ve compensado con un aumento de producción considerable.

2.1.- COBERTURA TOTAL ENTERRADA.

2.1.1.- VENTAJAS E INCONVENIENTES.

Además de las características antes citadas la cobertura total enterrada, evita infraestructuras superficiales que separan y enmarcan la parcela, y evita pérdidas en la superficie cultivada.

Principalmente se caracteriza por constar de:

- Un elemento filtrante que se instalará en el hidrante.
- Una válvula hidráulica en la entrada de cada módulo (conjunto de emisores de riego que funcionan al mismo tiempo) comandada por una llave de tres vías, la cual puede ser accionada manualmente con tres posiciones, la tercera se corresponde al modo automático.
- Una red de tuberías de distintos diámetros que variarán en función del caudal que transporten. Esta se encuentra totalmente enterrada a mayor profundidad que la de labor de los aperos, saliendo solo a superficie el porta-emisor, que puede ser de diferentes medidas, y el emisor o aspersor que también puede ser de diversos tipos.
- Un controlador de riego que controlará el conjunto del equipo de riego y estará instalado en el hidrante.

2.1.2.- ELECCIÓN DEL MARCO DE COLOCACIÓN DE LOS ASPERORES.

El marco de colocación de los aspersores en red viene dado por las distancias existentes, por un lado entre dos ramales contiguos de aspersores, y por otro lado por la distancia entre dos aspersores consecutivos dentro de un mismo ramal. Es muy importante la distribución de los aspersores, que se suelen colocar siguiendo generalmente tres disposiciones: en rectángulo, en cuadrado y en triángulo o tresbolillo.

Se opta por la distribución que tiene una distribución del marco en forma triangular, en donde los aspersores ocupan los vértices de una red de triángulos. Este tipo de

disposición es el que mejor aprovecha el agua, pues la uniformidad de distribución del agua es mucho mejor cuando hay vientos dominantes.

Para la distribución triangular la distancia entre dos aspersores de un mismo lateral de riego será de 18 metros y la separación entre dos laterales contiguos será igualmente de 18 metros, lo que dará una red de triángulos equiláteros.

La causa por la que se toma este marco de colocación de los aspersores es principalmente por la uniformidad, y en segundo plano, por la adaptabilidad a la gran mayoría de herramienta, pues generalmente se trabaja con anchuras múltiples de tres metros.

Otra condición que se debe tener en cuenta, es que los extremos de las parcelas, coinciden normalmente distancias irregulares de los aspersores a las márgenes de las mismas, por lo que se tomará la medida de retirar el aspersor hacia la parte interna de la parcela hasta una distancia de 12 metros, y se colocará un aspersor más en la margen de la parcela (para no perder uniformidad en el riego) siguiendo la trayectoria del ramal de aspersores, si la distancia se encuentra entre 9 y 12 metros de la margen, y si la distancia a la margen es inferior a 9 metros, este aspersor será retirado hacia la margen siguiendo la trayectoria del ramal de aspersores del cual se alimenta, de esta manera se consigue que las cabeceras de las parcelas tengan mayor maniobrabilidad, quedando una anchura asegurada de 12 metros.

2.1.3.- ELECCIÓN DEL ASPERSOR.

Los factores que se han tenido en cuenta para la elección del aspersor han sido los siguientes:

- Un tipo de aspersor con cuyo caudal se redujeran costes, adaptándose al marco exigido por el promotor, en el ancho de las calles.
- La densidad de aspersión debe estar por debajo de la infiltración del suelo de la parcela.
- La presión de funcionamiento del aspersor ha de ser la necesaria para que haya una buena uniformidad del riego.
- El recubrimiento de del aspersor deberá estar comprendido entre el 55 y 65%.

- El coeficiente de uniformidad debe estar por encima del 80% con vientos de hasta 2.5 m/ seg., según la regla de Christiansen.
- El grado de pulverización debe tener un valor comprendido entre 0.1 y 0.3. Para medir el grado de pulverización se usa el índice de Tenda ($K = D/h$, D es el diámetro de la boquilla y h la presión de trabajo en metros de columna de agua).
- La eficiencia del aspersor, es la relación entre el alcance en metros, y la presión en la boquilla también en metros. Debe estar por debajo del valor de 0.7 para las gotas finas (según fórmula de Poggi).

En función de todas las características técnicas del aspersor anteriormente descritas, y teniendo en cuenta el aspecto económico, se definen los aspersores que se van a colocar.

2.1.4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS ASPERSORES.

- **Aspersor circular.**
 - o Caudal emitido por el aspersor: **1690 L/h.**
 - o Presión nominal: **3,45 Kg/cm².**
 - o Boquilla aspersor: **11/64" (4.36 mm)**
 - o Boquilla pequeña con chorro lateral (ranura vertical): **3/32" (2.38 mm).**
 - o Alcance: **15.6 m.**
 - o Velocidad rotación: **0.88 min/rev**
 - o Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **84%**
 - o Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 4.36\text{mm} / 34.5 \text{ mca} = \mathbf{0.1264}.$
 - o Índice de Poggi: $15,6 \text{ m} / 34,5 \text{ mca} = \mathbf{0,4522}.$
 - o Densidad de aspersión: **4,42 mm/ h**
- **Aspersor sectorial:**
 - o Caudal emitido por el aspersor: **1690 L/h.**
 - o Presión nominal: **3,45 Kg/cm².**
 - o Boquilla aspersor: **11/64" (4,36 mm)**
 - o Alcance: **15,6 m.**
 - o Velocidad rotación: **0,73 min/rev.**
 - o Coeficiente de uniformidad 18 x 18T: **93%**
 - o Grado de pulverización (índice de Tenda): $K = 4.36 \text{ mm} / 34.5 \text{ mca} = \mathbf{0.1264}.$
 - o Índice de Poggi: $15.6 \text{ m} / 34,5 \text{ mca} = \mathbf{0.4522}.$
 - o Densidad de aspersión: **4.42 mm/ h**

- **Porta-aspersores.**

- Los porta-aspersores circulares tendrán una altura máxima de 3 metros.
- Los porta-aspersores sectoriales tendrán una altura máxima de 3 metros y estarán dotados de un deflector, que consiste en una chapa atornillada en cabeza del porta-aspersor para evitar que vaya el agua a carreteras o caminos.
- Se dotarán de válvulas de bola o grifos a aquellos porta-aspersores que los necesiten para cortar el caudal y realizar las reparaciones u operaciones que sean oportunas.
- Los porta-aspersores serán de acero galvanizado de 3/4".

3.- CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO LOCALIZADO.

El riego localizado se caracteriza por aplicar el agua en una zona determinada del suelo, y se caracteriza por:

- No moja, en general, la totalidad del suelo, aplicando el agua sobre o bajo su superficie.
- Utiliza pequeños caudales a baja presión.
- Aplica el agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión, que en algunos casos puede ser alto.
- Al reducir el volumen de suelo mojado y, por tanto, su capacidad de almacenamiento de agua, se opera con la frecuencia necesaria para mantener un alto contenido de humedad en el suelo (riego de alta frecuencia).
- Al igual que la aspersión permite realizar los abonados a la vez que se realiza el riego (fertirrigación).
- Es posible la utilización de aguas salinas ya que las sales se acumulan fuera del bulbo húmedo, es decir, fuera de la zona de absorción de las raíces.
- Se favorece la lucha contra malas hierbas, que se concentran en el área húmeda, lo que facilita su tratamiento.
- Se consigue ahorrar agua, ya que sólo se humedece una parte del suelo, si bien en la realidad se gasta casi la misma cantidad de agua que en el riego por aspersión, ya que se obtiene un rendimiento más elevado, y esto provoca que el agricultor riegue con más frecuencia de la necesaria, pues el bulbo se mantiene muy húmedo, y como consecuencia el consumo de agua es elevado.

- Se da un incremento en la precocidad, en la productividad y en la calidad del producto.

Como inconvenientes conviene destacar:

- Facilidad de obturaciones de los emisores. Este es el principal problema del riego localizado. Estas obturaciones pueden tener diversa naturaleza y pueden ser: de tipo físico, como partículas inorgánicas (arenas, limos, etc.); de tipo biológico como materia orgánica, algas y elementos bacterianos; de tipo químico, producidos por precipitación de fertilizantes y carbonatos.
- Ocasiona el lavado localizado de las sales, creando zonas de acumulación salina en la periferia del bulbo húmedo. Por eso, ante una ligera lluvia las sales pueden ser arrastradas a la zona radicular y se hace aconsejable el funcionamiento del riego en caso de lluvia, para así lixiviar las sales acumuladas y evitar que alcancen a la raíz.

3.1.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO.

Un sistema de riego localizado se compone de:

3.1.1.- CABEZAL DE RIEGO.

El cabezal de riego es el elemento central de la instalación. Está formado por un conjunto de elementos que permiten realizar un tratamiento adecuado del agua de riego (filtrado, medición de caudal, control de presión, aplicación de fertilizantes, etc.).

El cabezal irá instalado a la entrada de la tubería en la parcela, los elementos que lo componen son (por orden):

- **Equipo de tratamiento de agua.** Con frecuencia las agua de riego presentan unos problemas para su aplicación en riegos localizados de alta frecuencia que no tienen importancia con otros sistemas de riego. Estos problemas están relacionados generalmente con las obturaciones de los emisores y la solución típica consiste en el filtrado del agua, pero hay situaciones en que el filtrado se debe complementar con un tratamiento periódico del agua.

El filtrado del agua procedente de canales abiertos, pantanos y ríos, se recomienda hacerlo a través de filtros de arena. Los filtros de arena son unos elementos típicos en los cabezales, que se usan sobre todo para eliminar las

impurezas de tipo orgánico, tales como algas, restos de insectos, etc., y pequeñas partículas minerales. Conviene siempre instalar un mínimo de dos filtros, con objeto de que la limpieza por circulación inversa de un filtro utilice el agua previamente filtrada por el otro.

Los filtros de arena consisten en unos tanques metálicos de acero galvanizado, inoxidable o pintados y bobinados en poliéster o fibra de vidrio, que son capaces de resistir las presiones estáticas y dinámicas de la red de riego. Están llenos, como su propio nombre indica, por arena o grava tamizada de un determinado tamaño. Debe tenerse en cuenta que la calidad del filtrado depende del calibre de la arena, se recomienda un calibre de arena de 0.8 a 1.2 mm de diámetro.

Cuando los filtros de arena están limpios provocan una pérdida de carga del orden de uno a dos metros de columna de agua, y depende del tipo de arena y de la velocidad media del agua. A medida que se van colmatando, las pérdidas de carga aumentan y cuando se alcanzan valores en torno a cuatro y seis metros de columna de agua se debe proceder a su limpieza.

Para conocer el momento en que la limpieza es necesaria, se debe medir la presión antes y después del filtro. Para ello se hace conveniente la instalación de tomas para colocar manómetros de conexión rápida y utilizar el mismo manómetro para las lecturas antes y después, con objeto de que el descalibrado de los manómetros no afecte a la diferencia de lecturas, la limpieza se realiza en las tuberías de entrada y salida. Si la limpieza se realiza con agua que no ha sido filtrada, se corre el riesgo de que se acumulen las impurezas en la interfase agua-arena de aguas abajo, de manera que al funcionar de nuevo el filtro, esas impurezas se envían a la red de riego. Para evitar este inconveniente se colocan los filtros en paralelo con las conexiones necesarias para que cada filtro se pueda lavar con el agua limpia procedente del otro.

La limpieza de los filtros de arena se automatizará mediante preostátos diferenciales que comandan unas válvulas hidráulicas de contralavado, de

forma que cuando se supera una pérdida de carga prefijada, se cierra la entrada normal de agua y se abre la salida de limpieza, situación que se mantiene durante un tiempo también prefijado, y a una velocidad de filtrado de entre 30 y 40 m³/ h. Para un buen funcionamiento de la filtración es recomendable seguir las siguientes instrucciones:

- En función de la suciedad que lleve el agua, la arena se debe reponer como mínimo una vez cada dos años.
 - Se añadirá, en los elementos de cierre de las tapas, una pequeña cantidad de grasa, la cual facilitará la apertura y cierre del filtro.
 - Se observará, antes de colocar la arena, el estado de los elementos internos para así evitar una mala colocación que pudiera provocar problemas posteriores.
 - Se dejará el filtro completamente vacío de agua y limpio de impurezas, cuando vaya a estar un largo periodo de tiempo sin ser utilizado.
 - El filtro de arena debe colocarse antes que el contador, aparato cuyo correcto funcionamiento exige que el agua no lleve impurezas. También debe ir antes del punto de inyección de los fertilizantes para evitar que estos favorezcan el desarrollo de microorganismos en el interior del filtro.
- **Medición de caudal.** El caudal circulante se medirá por medio de un contador, el cual, como se ha indicado anteriormente, se colocará después de los filtros de arena y antes del punto de inyección de fertilizantes, incluidos en las válvulas hidráulicas.
- **Equipo de fertilización.** Consiste en un conjunto de depósitos para el abono líquido, (tantos como abonos se deseen aplicar) de polietileno, dado su bajo coste y resistencia a la corrosión de algunos ácidos. Este sistema constará también de una bomba inyectora de accionamiento hidráulico, capaz de inyectar la concentración de fertilizante necesaria. Con estas bomba no es necesario un gasto de energía pues usan la propia energía del agua de la red de riego para mover sus mecanismos. Son bombas de tipo peristáltico, producen una dosificación a impulsos. Posteriormente al punto de inyección es necesario realizar en filtrado de seguridad.

- **Filtros de mallas automáticos.** Estos filtros de mallas irán instalados inmediatamente después del incorporador de fertilizantes, para así evitar posibles obturaciones derivadas de dicha incorporación, al igual que posibles granos de arena que pudieran escapar del filtro de arena.

El agua en los filtros automáticos, pasa a través de una malla de tamiz grueso cuya función es separar sólidos de mayor tamaño, y a continuación pasa a través de una malla fina que es la que define, propiamente, el grado de filtración. El tamaño de orificio de la malla deberá ser 1/8 del tamaño del mínimo paso de agua en el emisor, por lo que se opta por un filtro de 155 mesh. (Entiéndase como mesh el número de orificios por pulgada lineal) que equivale a un orificio de 0.1 mm de diámetro.

La limpieza de estos filtros es automática por medio de preostatos diferenciales, que conectados entre la entrada y salida del filtro, cuando hay una diferencia de presión de tres metros de columna de agua se activa el mecanismo de autolavado.

3.1.- ELECCIÓN DEL TIPO DE EMISOR.

Dado que en un principio se tiene intención de cultivar tomate, cebolla y pimiento mediante riego localizado, se ha pensado en utilizar como emisores de riego:

Tuberías de riego localizado, las cuales llevan un gotero emisor autocompensante incorporado en la misma. Son tuberías con puntos de emisión a distancias adecuadas para el cultivo del tomate, pimiento y cebolla que serán nuestros cultivos. Como características de estas mangueras se citará que:

- Es una tubería de polietileno de alta calidad.
- La entrada del gotero consiste en varios pasos largos y estrechos, que sirven como filtros y que evitan la entrada de suciedad.
- Permite el riego en zonas de topografía de difícil acceso para otros sistemas.
- Posibilita el trabajo a presiones bajas, manteniendo el caudal uniforme, de 3 a 40 m.c.a.
- Permite la instalación de largos laterales, abaratando y simplificando la instalación.

- Posee una muy baja sensibilidad a la obturación, debido a la presión de trabajo que limpia con facilidad el gotero.
- Posee gran uniformidad en la distribución del agua.
- Despliegue y enrollado mecánico de la tubería, sin riesgo de dañarla.
- Son de varios diámetros, exterior de 16 mm. con espesor de 1.1 mm. y diámetro interior de 13.8 mm.; diámetro de 20 mm., con espesor de 1.2 mm. y diámetro interior de 17.6 mm; diámetro de 25 mm., con espesor de 1.3 mm. y diámetro interior de 22.4 mm.
- El espaciamiento entre emisores varía entre 30 y 150 cm.
- Los caudales de los emisores varían entre 1.2 y 8 L/h.

1.- INTRODUCCIÓN.

En el presente anejo, se van a calcular las necesidades hídricas para los sistemas de riego a diseñar, en este caso, riego por aspersión y riego por goteo; y para todo el periodo vegetativo de los cultivos de la rotación elegida.

Las precipitaciones son parte del agua necesaria para cubrir las necesidades de los cultivos, que en nuestro caso con un clima árido, no son suficientes. Por lo tanto se hace necesario un aporte de agua mediante el riego, el cual se diseñará y dimensionará a partir de los datos obtenidos de este anejo.

Para conocer la cantidad de agua que hay que aportar, se hace necesario conocer las necesidades de la planta para que lleve a cabo su desarrollo, y la cantidad de agua que puede aportar la lluvia durante el periodo de crecimiento. Los datos han sido calculados en el anejo del estudio climático. En este anejo se calcula pues el caudal necesario para la parcela a transformar.

2.- NECESIDADES DE AGUA DE RIEGO.

Se parte de la disposición del agua del canal de Monegros la cual hemos analizado y presenta una calidad determinada y que es óptima para el riego como se observó en el anejo 5.

2.1.- NECESIDADES NETAS.

Las expresiones complejas que recogen los balances hídricos de agua del suelo no se utilizan en la práctica para establecer necesidades de agua de riego. Así las necesidades serían:

$$N = (ET_c + P_p) - (P_e + C_a + \Delta\theta)$$

Donde :

- P_p : Percolación profunda.
- P_e : Precipitación efectiva.
- C_a : Aporte ascenso capilar.
- $\Delta\theta$: Variación humedad del suelo.

Frente a este cálculo de necesidades establecido mediante un balance de cinco variables, las necesidades netas de agua de riego pueden calcularse con la expresión sencilla siguiente:

$$N_n = ET_c - P_e$$

Donde, la ET_c es el agua útil almacenada en la zona radicular y consumida por la evapotranspiración; y la P_e es el agua útil procedente de la precipitación natural, por lo tanto N_n constituye el agua utilizada en el proceso de ET_c .

Así pues, las necesidades netas para un mes determinado son:

$$N_n = ET_c - P_e$$

Donde:

- N_n = Necesidades netas mensuales.
- P_e = Precipitación efectiva.
- ET_c = Evapotranspiración mensual del cultivo.

La precipitación efectiva se determina mediante la siguiente ecuación (Cuenca, 1989):

$$P_e = f(D)[1.25 \times P^{0.824} - 2.93] \times 10^{0.000955 \times D}$$

Siendo:

- P_e = Precipitación efectiva mensual, en mm/mes.
- P = Precipitación total mensual, mm/ mes.
- ET_c = Evapotranspiración del cultivo, en mm/ mes.
- $f(D)$ = Función correctora para el déficit de humedad del suelo, diferente de 75 mm.

Esa función correctora se calcula mediante la siguiente fórmula (Cuenca, 1989);

$$f(D) = 0.53 + (0.0116 \times D) - (8.94 \times 10^{-5} \times D^2) + (2.32 \times 10^{-7} \times D^3)$$

Donde:

- **D** : Déficit de humedad en el suelo, en mm.

2.2.- NECESIDADES REALES.

Para el cálculo de las necesidades reales de los cultivos se tienen en cuenta las necesidades netas (N_n), la eficiencia de aplicación del sistema (E_a), y las necesidades de lavado de sales (F_L). En la eficiencia de aplicación se incluyen las pérdidas de agua por precolación, evaporación y escorrentía, además del coeficiente de uniformidad del sistema de riego elegido.

La eficiencia de aplicación del riego para sistemas fijos y sistemas con alas desplazables de riego por aspersión en climas semiáridos a áridos, como es nuestro caso, va desde el 80% para el riego por aspersión, al 90% para el riego localizado.

La fracción o necesidad de lavado se calcula como $(1 - F_L)$, y solo se aplica fuera de los meses de máximas necesidades, para no sobredimensionar la red de riego, y no causar de esta manera un gasto innecesario en la instalación.

De esta forma, las necesidades reales pueden calcularse mediante la siguiente expresión:

$$N_r = \frac{N_n}{E_a \cdot (1 - F_L)}$$

Donde:

- **N_r** = Necesidades reales.
- **N_n** = Necesidades netas.
- **E_a** = Eficiencia de aplicación.
- **F_L** = Fracción de lavado de sales.

La fracción de lavado se calcula de la siguiente forma:

El análisis de suelos nos indica que no existe problema de salinidad, aun así es necesario calcular la fracción de lavado debido a la concentración de sales del agua, para evitar el depósito de las mismas. La fracción de lavado se calcula mediante las siguientes expresiones:

a) *Para riegos por gravedad y aspersión de baja frecuencia:*

$$F_L = \frac{CE_w}{5 \cdot CE_e - CE_w}$$

b) Para riegos localizados de alta frecuencia:

$$F_L = \frac{CE_w}{2 \cdot CE_e}$$

Siendo:

- F_L = necesidad de lavado en tanto por uno.
- CE_w = Conductividad eléctrica del agua de riego (mmhos/cm).
- CE_e = Conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo (máximo que tolera un cultivo determinado sin que se produzca reducción del rendimiento de cosecha, en mmhos/cm).

Así pues, aplicando para cada cultivo considerado las fórmulas anteriores, se obtienen los siguientes valores de necesidades de lavado:

Cultivo	CE_w	CE_e	F_L
Cebada	0,312	8	0,008
Maíz	0,312	1,7	0,038
Alfalfa	0,312	2	0,032
Girasol	0,312	1,5	0,043
Veza	0,312	3	0,021
Haba	0,312	1,6	0,041
Cebolla	0,312	1,2	0,130
Tomate	0,312	2,5	0,062
Pimiento	0,312	1,5	0,104

Una vez que se han calculado las necesidades de lavado se pasa a calcular las necesidades reales para cada cultivo durante su periodo vegetativo. Como los sistemas de riego a implantar son riego por aspersión y por goteo, y las necesidades reales de cada cultivo se calculan de una forma distinta en función del sistema de riego elegido.

CEBADA					
MES	P_{TOTAL} (mm)	P_e (mm)	ET_c (mm/mes)	N_n (mm/mes)	N_r (mm/mes)

Noviembre	43,6	14,17	28,53	14,36	18,10
Diciembre	33,4	10,74	15,91	5,17	6,51
Enero	31,2	10,25	23,97	13,72	17,29
Febrero	31,2	10,73	44,92	34,19	43,08
Marzo	27,9	10,94	102,53	91,59	115,41
Abril	43,3	17,49	127,33	109,84	138,40
Mayo	54,4	22,56	148,36	125,80	158,52
Junio	44,1	23,39	62,32	38,93	49,05
TOTAL					546,36

MAÍZ					
MES	P_{TOTAL} (mm)	P_e (mm)	ET_c (mm/mes)	N_n (mm/mes)	N_r (mm/mes)
Mayo	54,4	19,90	91,43	71,53	92,94
Junio	44,1	29,07	161,18	132,11	171,66
Julio	20,7	22,83	265,68	242,85	315,55
Agosto	26,5	27,32	239,50	212,18	275,70
Septiembre	40,4	18,82	140,95	122,13	158,69
Octubre	47,9	16,48	58,12	41,64	54,11
TOTAL					1068,64

ALFALFA					
MES	P_{TOTAL} (mm)	P_e (mm)	ET_c (mm/mes)	N_n (mm/mes)	N_r (mm/mes)
Enero	31,2	10,27	24,8	14,53	18,77
Febrero	31,2	10,60	39,2	28,60	36,93
Marzo	27,9	10,48	82,96	72,48	93,60
Abril	43,3	16,59	103,2	86,61	111,84
Mayo	54,4	22,82	153,53	130,71	168,79
Junio	44,1	31,06	191,27	160,21	206,88
Julio	20,7	20,60	218,94	198,34	256,12
Agosto	26,5	24,62	192,04	167,42	216,20
Septiembre	40,4	18,40	130,67	112,27	144,98
Octubre	47,9	17,42	83,43	66,01	85,24
Noviembre	43,6	14,38	35,26	20,88	26,97
Diciembre	33,4	10,83	19,40	8,57	11,07
TOTAL					1116,24

GIRASOL					
MES	P _{TOTAL} (mm)	P _e (mm)	ET _c (mm/mes)	N _n (mm/mes)	N _r (mm/mes)
Mayo	54,4	19,75	87,98	68,23	89,12
Junio	44,1	28,53	152,59	124,06	162,04
Julio	20,7	21,86	246,00	224,14	292,76
Agosto	26,5	25,69	211,45	185,76	242,63
Septiembre	40,4	17,03	95,43	78,40	102,41
TOTAL					888,96

VEZA					
MES	P _{TOTAL} (mm)	P _e (mm)	ET _c (mm/mes)	N _n (mm/mes)	N _r (mm/mes)
Septiembre	40,4	25,87	86,62	60,75	77,56
Octubre	47,9	18,27	56,24	37,97	48,48
Noviembre	43,6	14,24	30,9	16,66	21,27
Diciembre	33,4	10,88	21,8	10,92	13,94
Enero	31,2	10,36	28,71	18,35	23,43
Febrero	31,2	10,74	45,36	34,62	44,20
Marzo	27,9	10,78	96,01	85,23	108,82
Abril	43,3	17,05	115,75	98,70	126,02
TOTAL					463,72

HABA					
MES	P _{TOTAL} (mm)	P _e (mm)	ET _c (mm/mes)	N _n (mm/mes)	N _r (mm/mes)
Enero	31,2	10,21	22,02	11,81	15,40
Febrero	31,2	12,31	107,19	94,88	123,67
Marzo	27,9	11,55	127,33	115,78	150,91
TOTAL					289,98

2.2.2.- NECESIDADES REALES DE RIEGO LOCALIZADO.

Para el cálculo de las necesidades reales del cultivo de la cebolla, pimiento y tomate, son necesarios aplicar una serie de factores correctores a la ET_c , obteniéndose así un valor de ET_c corregido, dado que son cultivos que se van a regar mediante riego localizado, y este sistema lo requiere para no sobredimensionar la red de riego. Por otra parte no se ha tenido en cuenta la precipitación efectiva para el cálculo de las necesidades netas.

2.2.2.1.- CORRECCION POR EFECTO DE LOCALIZACIÓN.

Este método corrige la ET_c , basándose en la “fracción de área sombreada por el cultivo”, a la que se denomina A y que se define como “la fracción de la superficie del suelo sombreada por la cubierta vegetal a mediodía en el solsticio de verano, respecto a la superficie total”. A efectos prácticos se hace coincidir con la proyección sobre el terreno de la cubierta vegetal de la planta.

Este método supone que a efectos de evapotranspiración el área sombreada se comporta casi igual que la superficie del suelo en riegos no localizados, mientras que el área no sombreada elimina agua con una intensidad mucho menor.

La corrección por localización consiste pues, en, multiplicar la ET_c por un coeficiente de localización K_1 , cuyo valor depende de A .

Se toma la parcela tipo con un marco de plantación para pimiento y tomate aproximado de 0.8 x 0.31 m., dando un área ocupada de 0.25 m² por planta, y con un diámetro de área sombreada de 0.40 m., obteniéndose un área sombreada de:

$$A_s = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0.4^2}{4} = 0.1257\text{m}^2$$

La fracción de suelo sombreado es:

$$A = \frac{A_s}{\text{marco de plantación}} = \frac{0.1257}{0.25} = 0.5028$$

Una vez conocida la A, se pasa al cálculo del coeficiente de localización K_1 por medio de los métodos de diferentes autores:

- Aljibury et al.: $K_1 = 1.34 \times A$ (1)

- Decroix: $K_1 = 0.1 + A$ (2)

- Hoare et al.: $K_1 = A + 0.5 (1 - A)$ (3)

- Keller: $K_1 = A + 0.15 (1 - A)$ (4)

Sustituyendo el valor de A, en cada una de las expresiones siguientes, se obtienen los siguientes valores de K_1 :

	VALOR K_1
Aljibury et al	0,674
Decroix	0,603
Hoare et al	0,751
Keller	0,577

De estos resultados eliminamos el valor mayor y el menor y hacemos la media de los dos valores intermedios quedando así una **K_1 de 0,6385.**

2.2.2.2.- CORRECCIÓN POR CONDICIONES LOCALES.

a) Corrección por variación climática.

Cuando la ET_0 utilizada en el cálculo equivale al valor medio del periodo estudiado, debe mayorarse multiplicándola por un coeficiente, pues de otra forma las necesidades calculadas serían también un valor medio, lo que quiere decir que aproximadamente la mitad de los años el valor calculado sería insuficiente. En los riegos localizados de alta frecuencia, el volumen de suelo mojado es reducido y por tanto los coeficientes son siempre elevados.

Adoptamos el criterio de Hernández Abreu de aplicar siempre un coeficiente comprendido entre 1.15 y 1.20. Se adopta pues un valor de **$K_v = 1.20$**

b) Corrección por advección.

La convección depende del tamaño de la zona de riego, se ha considerado una parcela de aproximadamente unas 33 hectáreas, así pues el coeficiente toma un valor de **$K_a = 0,87$** .

Por lo tanto, aplicando todos los factores de corrección a la ET_c se obtiene:

$$ET_c \text{ corregida} = ET_c \times K_1 \times K_v \times K_a$$

Particularizando, con los valores de los coeficientes obtenidos, queda la siguiente expresión:

$$ET_c \text{ corregida} = ET_c \times 0.667$$

CEBOLLA						
MES	P _{TOTAL} (mm)	P _e (mm)	ET _c (mm/mes)	ET _c (corregida)	N _n (mm/mes)	N _r (mm/mes)
Marzo	27,9	9,87	55,93	37,31	37,31	47,65
Abril	43,3	15,4	69,45	46,32	46,32	59,16
Mayo	54,4	21,31	122,48	81,69	81,69	104,32
Junio	44,1	31,36	195,57	130,45	130,45	166,60
Julio	20,7	21,98	248,46	165,72	165,72	211,64
Agosto	26,5	25,93	215,77	143,92	143,92	183,81
Septiembre	40,4	28,14	124,8	83,24	83,24	106,31
TOTAL						879,49

TOMATE						
MES	P _{TOTAL} (mm)	P _e (mm)	ET _c (mm/mes)	ET _c (corregida)	N _n (mm/mes)	N _r (mm/mes)
Mayo	54,4	19,9	91,43	60,98	60,98	72,23
Junio	44,1	29,63	169,78	113,24	113,24	134,14

Julio	20,7	22,59	260,76	173,93	173,93	206,03
Agosto	26,5	26,68	228,72	152,56	152,56	180,72
Septiembre	40,4	29,25	142,42	94,99	94,99	112,52
TOTAL						705,64

PIMIENTO						
MES	P_{TOTAL} (mm)	P_e (mm)	ET_c (mm/mes)	ET_c (corregida)	N_n (mm/mes)	N_r (mm/mes)
Mayo	54,4	19,6	84,53	56,38	56,38	69,92
Junio	44,1	26,45	118,2	78,84	78,84	97,77
Julio	20,7	20,6	218,94	146,03	146,03	181,09
Agosto	26,5	26,06	217,93	145,36	145,36	180,26
Septiembre	40,4	29,16	140,95	94,01	94,01	116,58
TOTAL						645,62

3.- DIMENSIONADO DEL RIEGO POR ASPERSIÓN.

Al igual que en el apartado anterior, es necesario realizar el estudio diferenciando dos partes, por un lado el riego por aspersión y por otro el riego localizado, dado que tienen diferentes necesidades.

Como se explica en el apartado 2.2. de este anejo, las tablas anteriores no se tendrán en cuenta para los meses críticos, por lo que ahora en adelante se realizarán los cálculos para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades, tanto para la aspersión como para el goteo.

En este caso el cultivo más exigente en el riego por aspersión es el maíz, que presenta una ET_c de 265,68 mm en el mes de julio, con una profundidad radicular media de 60 centímetros aproximadamente.

3.1- DOSIS MÁXIMA DE RIEGO.

La dosis máxima es el volumen de agua de riego por unidad de superficie y riego que es necesaria para elevar el contenido de humedad del suelo desde el punto de marchitez (PM) hasta capacidad de campo (CC). La expresión para calcular la dosis máxima es:

$$D_m = 10000 \left(\frac{m^2}{Ha} \right) \cdot h(m) \cdot \left(\frac{CC - PM}{100} \right) \cdot D_a$$

Donde:

- **D_m** = Dosis máxima en m³/Ha y riego.
- **h** = Profundidad efectiva de la zona radicular del cultivo.
- **CC** = Capacidad de campo, en % en volumen.
- **PM** = Punto de marchitez, en % en volumen.
- **D_a** = Densidad aparente del suelo, en Tm/m³.

Aplicando la expresión anterior, y sustituyendo por los valores correspondientes se obtiene la siguiente tabla para los diferentes tipos de cultivos considerados:

	h (m)	CC (%)	PMP (%)	Da (Tm/m3)	Dm (m3/Ha y riego)	Dm (mm/riego)
Cebada	0,8	20	11	1,27	914,4	91,44
Maíz	0,6	20	11	1,27	685,8	68,58
Alfalfa	1,2	20	11	1,27	1371,6	137,16
Girasol	0,9	20	11	1,27	1028,7	102,87
Veza	0,5	20	11	1,27	571,5	57,15
Haba	0,7	20	11	1,27	800,1	80,01

3.2.- DOSIS ÚTIL DE RIEGO.

Es la efectividad con la que la planta extrae agua del suelo y depende del contenido en humedad del mismo. A mayor contenido en humedad mayor es la efectividad en la extracción del agua. Por ello para evitar reducción en los rendimientos de los cultivos interesa mantener siempre el contenido de humedad del suelo muy por encima del punto de marchitez, y eso obliga a regar con dosis más pequeñas que la dosis máxima y a hacerlo con una frecuencia elevada. Así se evita este descenso de rendimiento en los cultivos.

A efectos de cálculo, la dosis útil se calcula como:

$$D_u = a \times D_m$$

Donde :

- **D_u** : Dosis útil de riego, en m³/Ha y riego
- **a**: Factor reductor en riegos por aspersión, que toma valores más próximos a 0.3 cuanto más fijo es el sistema y valores de 0.1 cuanto más móvil es éste (según J.L. De Paco).
- **D_m**: Dosis máxima de riego, en m³/Ha y riego.

Por lo tanto, se toma un valor de 0.3 para la cobertura total enterrada. De esta forma se obtienen los siguientes valores:

$$D_u = 0.3 \times D_m$$

	a	Dm (m3/Ha y riego)	Du (m3/Ha y riego)
Cebada	0,3	914,4	274,32
Maíz	0,3	685,8	205,74
Alfalfa	0,3	1371,6	411,48
Girasol	0,3	1028,7	308,61
Veza	0,3	571,5	171,45
Haba	0,3	800,1	240,03

3.3.- DOSIS REAL DE RIEGO.

El agua aplicada en el riego no se aprovecha en su totalidad, ya que existen pérdidas por evaporación, percolación y escorrentía. Esta dosis debe ser suficiente para dejar disponible la dosis útil en la zona radicular y cubrir las pérdidas anteriormente citadas, además de compensar la falta de uniformidad en la aplicación del agua que sufren los sistemas de riego.

La dosis de riego , es el volumen de agua por unidad de superficie y riego que se aplica desde los emisores sobre la superficie del cultivo. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D_r = \frac{D_u}{Ea}$$

Siendo:

- **D_r** = Dosis real de riego, en mm/riego.
- **D_u** = Dosis útil de riego, en mm/riego.
- **E_a** = Eficiencia de aplicación, en tanto por uno.

En este caso se toma un valor de $E_a = 0.80$ para riego por aspersión en cobertura total enterrada. Los resultados que se obtienen son los siguientes:

	E_a	D_u (m³/Ha y riego)	D_r (m³/ha*riego)
Cebada	0,8	274,32	342,90
Maíz	0,8	205,74	257,18
Alfalfa	0,8	411,48	514,35
Girasol	0,8	308,61	385,76
Veza	0,8	171,45	214,31
Haba	0,8	240,03	300,04

3.4.- CÁLCULO DEL RIEGO.

Para el cálculo de las necesidades netas mensuales se desprecia la precipitación, de esta forma la instalación queda del lado de la seguridad. Las necesidades son de 265,68 mm para el mes de julio y el cultivo del maíz. Estas necesidades divididas por el número de días de dicho mes, obtenemos las necesidades diarias. Así pues:

	Mes crítico	Necesidades (mm/mes)	Días del mes crítico	Necesidades (mm/día)
Cebada	Mayo	148,36	31	4,79
Maíz	Julio	265,68	31	8,57
Alfalfa	Julio	218,94	31	7,06
Girasol	Julio	246	31	7,94
Veza	Abril	115,75	30	3,86
Haba	Marzo	127,33	31	4,11

3.4.1.- ESPACIAMIENTO ENTRE RIEGOS. PERIODO DE RIEGO.

Esta Variable sirve para relacionar las necesidades de agua calculadas para el cultivo, con las dosis de riego previstas en el cálculo agronómico.

El periodo de riego se define como: “ *El tiempo que ha de transcurrir entre dos riegos consecutivos en una misma parcela*”. El periodo de riego resulta del cociente entre la dosis útil y las necesidades netas. Así pues:

$$T = \frac{D_u}{N_n}$$

Donde:

- **T**: espaciamiento entre riegos, en días.
- **D_u**: Dosis útil, en mm/riego.
- **N_n**: Necesidades netas, en mm/día, para el cultivo más exigente en el mes de máximas necesidades.

Aplicando la expresión anterior se obtiene:

	Du (mm/riego)	Necesidades (mm/día)	Espaciamiento entre riegos (días)
Cebada	27,43	4,79	6
Maíz	20,57	8,57	2
Alfalfa	41,15	7,06	6
Girasol	30,86	7,94	4
Veza	17,15	3,86	4
Haba	24	4,11	6

3.4.2.- NÚMERO DE RIEGOS POR MES.

Es el cociente entre los días del mes de máximas necesidades y el espaciamiento entre riegos. Se calcula con la siguiente expresión:

$$n = \frac{N}{T}$$

Donde:

- **n** = Número de riegos por mes.
- **N** = Número de días del mes de máximas necesidades.

- **T** = Espaciamiento entre riegos.

Los valores obtenidos son:

	Nº de días del mes crítico	Espaciamiento entre riegos (días)	Nº de riegos al mes
Cebada	31	6	5
Maíz	31	2	16
Alfalfa	31	6	5
Girasol	31	4	8
Veza	30	4	8
Haba	31	6	5

3.4.3.- DURACIÓN DEL RIEGO.

La duración del riego puede definirse como el tiempo que debe funcionar un aspersor para aportar al suelo la dosis real de riego. El cálculo de la duración del riego se hace mediante la siguiente fórmula:

$$t_r = \frac{D_r}{i}$$

Donde:

- **t_r** = Duración del riego, en horas/riego.
- **D_r** = Dosis de riego, en mm/riego.
- **i** = Densidad de aspersión, en mm/hora.

La **densidad de aspersión (i)** puede llamarse intensidad de lluvia, y es la cantidad de agua (caudal) aportada por un aspersor por unidad de superficie y hora. La intensidad de aspersión va referido a una superficie regada (**S_a**) por un aspersor y no a la superficie mojada. La densidad de aspersión se calcula como:

$$i = \frac{q}{S_a}$$

Siendo:

- **q** = Caudal nominal del aspersor en litros/hora.
- **S_a** = Superficie asignada a cada aspersor, en m².

La superficie regada (S_a) es distinta a la superficie mojada ($A=\pi r^2$). Así pues la superficie regada es: $S_a = S_m \times S_l$. Donde S_m es la separación entre los laterales y S_l es la separación entre dos aspersores consecutivos dentro de un lateral.

Se opta por un marco de plantación de los aspersores de 18 x 18T, y se obtiene una superficie regada del aspersor: **$S_a = 18 \times 18 = 324 \text{ m}^2$** .

El caudal del aspersor es de 1690 L/ h.

Aplicando los valores de $S_a = 324 \text{ m}^2$ y $q = 1690 \text{ L/ h}$ a la expresión de la densidad de aspersión, se obtiene que esta resulta de:

$$i = 1690/324 = 5,21 \text{ mm/h}$$

El resultado obtenido se encuentra dentro del intervalo recomendado para que no cause escorrentía ($i < V_{\text{infiltración}} = 10 \text{ mm/ h}$).

Una vez calculada la densidad de aspersión, se puede calcular la duración del riego. Así pues, la duración del riego para cada cultivo, se recoge en la siguiente tabla:

	Dr (mm)	i (mm/h)	tr (horas)	Horas
Cebada	34,29	5,21	6,58	6 h 34 min
Maíz	25,72	5,21	4,94	4 h 56 min
Alfalfa	51,44	5,21	9,87	9 h 52 min
Girasol	38,58	5,21	7,40	7 h 24 min
Veza	21,43	5,21	4,11	4 h 6 min
Haba	30	5,21	5,75	5 h 45 min

Estos valores de duración de riego obtenidos se podrán ajustar en función de las necesidades del operador de riego, de forma que le sea más sencillo el usar los programadores de riego.

3.4.4.- CAUDAL FICTICIO CONTINUO.

El caudal ficticio continuo representa las necesidades reales de riego calculadas mes a mes (para todo el periodo de riegos) y expresadas en forma de caudal continuo, es decir, en litros/ segundo y hectárea.

En particular, al caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades se le va a llamar caudal característico, y se calcula de la siguiente manera:

$$q_c = \frac{N_n}{E_a} \cdot \frac{1}{8.64 \cdot N}$$

Donde:

- q_c = Caudal característico en L/ s y Ha.
- N_n = Necesidades netas del cultivo más exigente en el mes crítico, en mm/mes.
- E_a = Eficiencia de aplicación del sistema de riego, en tanto por uno.
- N = Número de días del mes crítico.

Aplicando la expresión anterior se obtiene el siguiente valor:

$$q_c = \frac{242.85}{0.80 \cdot 31 \cdot 8.64} = \underline{\underline{1.13 \text{ L/ s y Ha.}}}$$

Como se suponen 3 días hábiles de riego por cada 4 días del mes, el caudal ficticio calculado no se podrá aplicar, ya que para ello se suponen hábiles todos los días del mes, así pues, este valor deberá aumentarse. De esta forma el caudal ficticio continuo es de 1.41 L/s y Ha.

4.- DIMENSIONADO DEL RIEGO LOCALIZADO.

Para el cálculo del riego localizado no se procederá de igual modo que en el riego por aspersión, en relación al cálculo de la dosis máxima necesaria en el mes de máximas necesidades, ya que se trata de un riego de alta frecuencia y se aplican dosis muy ajustadas, no debiendo dejar de esta manera posibilidad alguna de acumulación de sales, que pueden llegar a provocar estrés hídrico si se produjera dicha acumulación.

Cuando se trata de un riego de alta frecuencia, en el mes crítico se regará todos los días del mes y durante una jornada determinada, para no sobredimensionar la instalación, dado que fuera de este mes crítico no será necesario regar todos los días.

En el riego localizado, el cultivo más exigente es el tomate que presenta una ET_c corregida de 173.93 mm en el mes de julio, con una profundidad radicular de 60 centímetros; si bien, esta vendrá definida por el bulbo mojado, dado que las raíces no se desarrollarán mucho más allá de este.

4.1.- DOSIS DE RIEGO.

Se cálculo en el apartado 2.2.2. de este anejo las necesidades reales de riego, que las mayores resultaron ser de 211,64 mm/mes, para el cultivo de cebolla en el mes de julio.

Las necesidades diarias son pues lo que resulta del cociente entre las necesidades reales de todo el mes y el número de días del mes, así pues:

$$N_{r \text{ diarias}} = 211,64 / 31 = \mathbf{6,83 \text{ mm/ día.}}$$

4.2.- PORCENTAJE DE SUELO MOJADO.

Una de las características del riego localizado es que solo aplican el agua a una parte del suelo. En la práctica del diseño, el concepto de porcentaje de suelo mojado se constituye por el “porcentaje de superficie mojada”, que aunque es menos significativo es más fácil de manejar y medir.

El parámetro “porcentaje de superficie mojada” se representa por P. Keller recomienda los siguientes valores mínimos para el caso de árboles:

- Clima húmedo $\rightarrow P_{\text{mínimo}} = 20\%$
- Clima árido $\rightarrow P_{\text{mínimo}} = 33\%$

En cambio en el caso de cultivos hortícolas y herbáceos, cuando la densidad de plantación es elevada, aconseja valores de P de hasta el 70%.

Por lo tanto, en nuestro caso, con una densidad de plantación de 40.000 plantas por hectárea, se opta por un valor de **P = 50%**.

4.3.- ÁREA MOJADA POR UN EMISOR.

Los emisores elegidos para la instalación del riego localizado son mangueras de polietileno de alta calidad con un diámetro interior de 22.4 mm. y un espesor de 1.2 mm. que presentan el gotero incorporado.

Este tipo de emisor tiene un caudal nominal de 1.2 litros a la hora dentro del rango de presiones recomendadas por el fabricante, que van desde 0.3 a 4 atmósferas de presión.

El radio del bulbo húmedo del emisor es del orden de 0.25 m. Por lo tanto el área mojada por emisor es:

$$\underline{Ae = \pi r^2 = \pi 0.25^2 = 0.196 \text{ m}^2}$$

4.4.- NÚMERO MÍNIMO DE EMISORES.

El mínimo número de emisores a implantar se calcula mediante la siguiente expresión:

$$e \geq \frac{Sp \cdot p}{100 \cdot Ae}$$

Donde:

- **e** = número de emisores.
- **Sp** = superficie ocupada por planta.
- **P** = porcentaje mínimo de suelo mojado.
- **Ae** = Área mojada por un emisor, en m².

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión anterior se obtiene que:

$$e > \frac{1 \cdot 50}{100 \cdot 0.196} = 2.55 \text{ emisores/ m}^2$$

Se utilizarán como mínimo **3 emisores por metro cuadrado.**

4.5.- SEPARACIÓN ENTRE EMISORES.

Partimos con la condición de que el marco de plantación es de 80 cm. entre líneas de cultivo por 31 cm. entre planta y planta, todas ellas sobre una mesa de cultivo de 1 m. de anchura.

De esta forma toda la mesa actuará de bulbo húmedo si el solape es el adecuado. El marco de plantación de los emisores se define como $S_e \times S_l$, siendo el primero la separación entre los emisores y el segundo entre los laterales; y aunque en la práctica S_l toma valores aproximados a 60 cm., en los cálculos que se van a realizar se tomará un valor de 80 cm. para no cometer errores, dado que es la media de las líneas de cultivo.

Los regueros entre las mesas tienen la función de desagüe en caso de lluvias, así de esta manera se evitan las acumulaciones de agua y posibles daños en el cultivo por desfaldques de tierra.

Para establecer la separación entre los emisores (S_e) dentro del lateral de riego, es necesario tener en cuenta el solape mínimo entre los bulbos húmedos, ya que si no es así puede ocurrir que las raíces que se desarrollan en un bulbo húmedo no puedan atravesar una distancia entre bulbos de suelo seco, impidiendo el total aprovechamiento del suelo húmedo.

Con los datos obtenidos en el apartado anterior, se calcula el marco teórico de los emisores:

$$3 \text{ emisores/m}^2 = 0.333 \text{ m}^2/\text{emisor.}$$

$$S_l = 0.8 \text{ m.}$$

$$S_l \times S_e = 0.333 \text{ m}^2/\text{emisor}$$

Entonces:

$$S_e = \frac{0.333}{0.8} = 0.42 \text{ m.} \rightarrow 42 \text{ cm.}$$

Una vez conocida la separación entre emisores, se realiza la comprobación del solapamiento entre bulbos. Los valores de solape se recomienda que estén comprendidos entre el 10 y el 20 por ciento. El solapamiento se calcula de la siguiente manera:

$$S_e = r \cdot \left(2 - \frac{a}{100} \right)$$

Donde:

- **a** = Porcentaje de solapamiento
- **r** = Radio del bulbo húmedo.

Se toma un valor de $a = 20\%$, y $r = 0.25$ m., así pues se obtiene;

$$S_e = 0.25 \cdot \left(2 - \frac{20}{100} \right) = 0.45 \text{ m} \rightarrow 45 \text{ cm.}$$

Como el valor obtenido (45 cm.) es mayor que el calculado anteriormente (42 cm.), se toma el valor de 42 cm. Pero como el valor comercial de separación entre emisores más cercano al calculado es de 40 cm., la **separación definitiva entre emisores** se establece en **40 cm.**

Ahora la nueva superficie mojada por emisor será:

$$S_e \times S_l = 0.4 \times 0.8 = \mathbf{0.32 \text{ m}^2/\text{emisor}}$$

Y al cambiar la superficie mojada por emisor, también habrá cambiado el nº de emisores por metro cuadrado, que será:

$$e \geq \frac{1}{0.32} = \mathbf{3.125 \text{ emisores}/\text{m}^2}$$

Así pues, el nuevo porcentaje de superficie mojada será:

$$P = \frac{e \cdot 100 \cdot A_e}{S_p} = \frac{3.125 \cdot 100 \cdot 0.196}{1} = \mathbf{61.25 \%}$$

El nuevo porcentaje de solape será: $a = \mathbf{40\%}$

4.6.- INTERVALO ENTRE RIEGOS.

El intervalo de riego (I) es generalmente la variable menos rígida y por lo tanto la que más se puede modificar. Desde el punto de vista agronómico no existe un valor mínimo de I: se podría incluso regar continuamente las 24 horas del día, pero ello conlleva muchísimos inconvenientes, entre otros la inflexibilidad del sistema que, por ejemplo, no permitiría recuperar el tiempo perdido por una avería. En la práctica valores de I inferiores a la unidad, es decir, más de un riego diario exigen un cierto automatismo en la instalación.

En general, se diseña con un $I = 1$ como mínimo. Así pues se opta por tomar un intervalo de 1 día entre riegos.

4.7.- VOLUMEN EMITIDO POR EL EMISOR.

El volumen emitido por el emisor (V_e) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_e = \frac{N_t \cdot I}{e}$$

Donde:

- V_e = Volumen emitido por el emisor, en litros por emisor.
- N_t = Necesidades totales diarias, en mm/día.
- I = Intervalo entre riegos, en días.
- e = Número de emisores por metro cuadrado.

Así pues el volumen emitido resulta de:

$$V_e = \frac{6.83 \cdot 1}{3.125} = 2.186 \text{ L/ emisor y día.}$$

4.8.- TIEMPO DE RIEGO EN CADA MODULO.

Se entiende por módulo, el conjunto de emisores que riegan al mismo tiempo. El tiempo de riego se calcula de la siguiente forma:

$$t = \frac{V_e}{q_q}$$

Siendo:

- t = Tiempo de riego en horas
- V_e = Volumen de agua emitido por el emisor, en litros.
- q_q = Caudal nominal del emisor, en L/h.

Aplicando la expresión anterior, se obtiene que:

$$t = \frac{V_e}{q_a} = \frac{2.186}{1.2} = 1.82 \text{ horas} \rightarrow \underline{\underline{1 \text{ hora y } 49 \text{ minutos.}}}$$

Se puede optar por aumentar el intervalo entre riegos de 2 a 3 días, de forma que el tiempo de riego aumentaría en la misma proporción.

4.9.- CÁLCULO DEL CAUDAL FICTICIO CONTINUO EN EL RIEGO LOCALIZADO.

El caudal ficticio continuo representa las necesidades reales de riego calculadas mes a mes (para todo el periodo de riegos) y expresadas en forma de caudal continuo, es decir, en litros/ segundo y hectárea.

En particular, al caudal ficticio continuo del mes de máximas necesidades se le va a llamar caudal característico, y se calcula de la siguiente manera:

$$q_c = \frac{N_n}{E_a} \cdot \frac{1}{8.64 \cdot N}$$

Donde:

- q_c = Caudal característico en L/ s y Ha.
- N_n = Necesidades netas del cultivo más exigente en el mes crítico, en mm/mes.
- E_a = Eficiencia de aplicación del sistema de riego, en tanto por uno.
- N = Número de días del mes crítico.

Aplicando la expresión anterior se obtiene el siguiente valor:

$$q_c = \frac{211,64}{0.90 \cdot 31 \cdot 8.64} = \underline{\underline{0.88 \text{ L/ s y Ha.}}}$$

4.10.- ELECCIÓN DEL TIPO DE EMISOR.

Hasta el momento solo quedaba pendiente elegir la separación entre emisores, que una vez calculada, ya podemos elegir el tipo de manguera.

Se tomará la manguera de polietileno con goteros autocompensantes integrados en la misma manguera, con una separación de 40 cm. y un caudal de 1,2 L/h que no variaran en un intervalo de presiones de 3 a 40 metros de columna de agua. El resto de características técnicas quedan reflejadas en el anejo de las características de los sistemas de riego elegidos.

1.- INTRODUCCION.

En el presente anejo se va a proceder a cálculo de las pérdidas de carga que existen en la red de riego, así como al dimensionado de la red. Para llevar a cabo este propósito, estas pérdidas de carga como la elección de los diámetros de las tuberías que componen la red de riego, se calculan mediante una hoja de cálculo creada para tal efecto.

El proceso de cálculo que se ha seguido ha sido el siguiente: Primero se calculan las pérdidas de carga que tienen lugar en el último lateral de riego de cada módulo para así conocer las pérdidas admisibles que puede tener la tubería terciaria del módulo. Segundo se calcula la pérdida de carga unitaria o pendiente hidráulica para posteriormente conocer las pérdidas admisibles en cada tramo de tubería que componen la terciaria.

2.- DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES EN LA RED DE RIEGO.

2.1.- JUSTIFICACIÓN DE TOMAS INSTALADAS EN LA PARCELA.

A continuación se muestra el nº de aspersores y caudal necesario para cada

Módulo	Nº de aspersores	Caudal aspersor (L/h)	Caudal puntual necesario(L/s)
1	238	1690	111,73
2	243	1690	114,08
3	244	1690	114,54
4	240	1690	112,67
5	231	1690	108,44
6	237	1690	111,26
7	246	1690	115,48
8	232	1690	108,91

El riego localizado presenta dos módulos con un caudal de los aspersores de 1,2L/h con un total de aspersores de aproximadamente 342500 emisores por módulo.

Se puede observar que el sector que más caudal requiere es el módulo 7, el cual necesita un total 115,48 l/s.

A cada módulo es asignado a un número y dentro de cada módulo se encuentran una serie de ramales, a los cuales se les asigna el número del módulo al que

corresponde y su respectivo número, según la posición en la que se encuentran dentro de cada módulo. Un ejemplo sería: M2R3, que sería el módulo 2 y el tercer ramal.

2.2.- TRAZADO DE LA RED DE RIEGO.

Para la distribución de agua a las tomas de riego de cada módulo o sector se han trazado las tuberías intentando mantener las válvulas alineadas y evitando cuando ha sido posible el tener que cruzar las parcelas.

Las derivaciones se han intentado que fueran de ángulos aproximados a 120° entre sí, con el fin de minimizar la longitud de las tuberías a colocar.

Con objeto de facilitar y de que el coste de las labores de mantenimiento y conservación durante la explotación de la instalación sea mínimo, la red se ha trazado siguiendo en lo posible el camino que la atraviesa, así como los linderos entre las parcelas que componen la finca. De esta forma se establece una red ramificada de tuberías a presión que abastece a todas los emisores instalados en la parcela.

3.- ELECCIÓN DE MATERIALES.

Los materiales utilizados en la red de distribución son el Polietileno (PE) de alta densidad, el Policloruro de Vinilo (PVC).

La elección de materiales plásticos como son el Polietileno y el Policloruro de Vinilo para la red se justifica por sus características que son:

- El polietileno presenta la ventaja de ser flexible, con lo que puede amoldarse a las curvas sin perder la sección útil.
- Para ejecutar las tomas de las parcelas o las derivaciones la puesta en obra resulta sencilla con ambos materiales, ya que basta con la instalación de un manguito tope brida y un brida loca.
- El funcionamiento hidráulico de estos plásticos presenta coeficientes de fricción bajos, reduciendo las pérdidas de carga y en consecuencia reduciendo los diámetros.
- En la fase de explotación de la red presentan una gran facilidad de reparación ya que existe una gran cantidad de piezas especiales en el mercado que facilitan éstas operaciones.

- Las tuberías plásticas permiten el montaje fuera de la zanja, con lo que el coste del mismo es mínimo.

3.1.- DIÁMETROS COMERCIALES.

Los diámetros comerciales existentes de tubería de P.V.C. son:

DN mm	PN Atm	Espesor mm	Long. Tot. m	Ud/Paquete	SR: Serie BP: Bajo Pedido	CÓDIGO	€/ml
63	6	2,0	6	116	SR	1002234	2,24
75	6	2,3	6	68	SR	1002236	3,10
90	6	2,6	6	69	SR	1002240	4,37
110	6	2,7	6	76	SR	1100171	4,93
125	6	3,1	6	53	SR	1115300	6,46
140	6	3,5	6	39	SR	1100177	8,10
160	6	4,0	6	28	SR	1100178	10,47
*180	6	4,4	6	22	BP	1100181	13,03
200	6	4,9	6	18	SR	1100179	15,98
250	6	6,2	6	11	SR	1100180	25,32
315	6	7,7	6	13	SR	1100191	39,39
400	6	9,6	6	9	SR	1100192	63,44
500	6	12,3	6	4	SR	1100193	99,52
630	6	15,4	6	3	SR	1100194	156,66
63	10	3,0	6	116	SR	1002241	3,29
75	10	3,6	6	68	SR	1002243	4,70
90	10	4,3	6	69	SR	1002246	6,57
110	10	4,2	6	76	SR	1100195	7,58
125	10	4,8	6	53	SR	1100196	9,75
140	10	5,4	6	39	SR	1100197	12,30
160	10	6,2	6	28	SR	1100199	16,10
*180	10	6,9	6	22	BP	1100200	20,06
200	10	7,7	6	18	SR	1100201	24,85
250	10	9,6	6	11	SR	1100202	38,66
315	10	12,1	6	13	SR	1100203	61,37
400	10	15,3	6	9	SR	1100205	98,30
500	10	19,1	6	4	SR	1100206	153,24
630	10	24,1	6	3	SR	1100981	243,29

Las únicas tuberías de PE que se emplearan son las instaladas en los laterales de riego en el caso de la cobertura enterrada con un DN 32, un timbraje de 10 atm y un diámetro interior de 28 mm.

3.2.- TIMBRADO DE LAS TUBERÍAS.

La presión mínima necesaria en la red para el correcto funcionamiento del sistema es de 50 mca.

De esta forma se colocarán tuberías de Presión Nominal 10 atm (1,0 MPa). Donde se requiera presión mayor de 6 atm. (0,6 MPa) para el funcionamiento adecuado de la red de riego. En el resto se colocará tubería cuya Presión Nominal sea de 0,6 MPa.

3.3.- UNIONES.

Todas las series comerciales de tubería de PVC disponen de tres tipos de unión, junta elástica, adhesivo y unión roscada. En este caso se decide optar por la unión mediante junta elástica.

Las tuberías de Polietileno deberán ser unidas mediante soldadura por termofusión o por accesorios de ajuste mecánico. En caso de utilizar accesorios o uniones con junta elástica sin resistencia axial, debido al alto coeficiente de dilatación de la tubería, deberá preverse que no pueda producirse desacople de la unión.

3.4.- SOBREPRESIONES EN LA RED DE RIEGO.

La presión de servicio de las tuberías debe resistir la presión estática de la red más las sobrepresiones que se originen. Éstas se producen principalmente por las siguientes causas:

- Cierre de válvulas de mariposa que aíslan los ramales.
- Cierre de un hidrante.
- Acumulación de aire en la red.
- Llenado de la red.

Las medidas que se toman para evitar o reducir las posibles sobrepresiones son las siguientes:

- Cierre de las válvulas de mariposa y cierre de un hidrante, las sobrepresiones se reducen colocando válvulas de cierre lento.
- Para evitar las acumulaciones de aire en las conducciones se colocarán ventosas que lo evacuen.
- Para evitar fuertes sobrepresiones durante el llenado de la red el caudal se limitará a 1/10 del caudal nominal.
- Se colocarán válvulas de alivio rápido para que si en un determinado momento se produce una sobrepresión, esta actúe y produzca una descarga hasta que la presión sea la correcta.

4.- CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE RIEGO.

- Una vez determinados los caudales de diseño de la red de riego se procede al cálculo hidráulico de la misma.
- En primer lugar se fija la velocidad del agua circulante por las tuberías en 2 m/s obteniendo de esta forma un diámetro de predimensionado mediante la ecuación de continuidad.
- Con este diámetro se elige el diámetro comercial de la tubería cuyo diámetro interior se ajuste al obtenido en el predimensionado.
- A partir de aquí se calculan las pérdidas de carga por rozamiento continuo en la tubería.

4.1.- MÉTODO DE CÁLCULO UTILIZADO.

Para el cálculo de las pérdidas de carga en la tubería por rozamiento continuo se utiliza la fórmula general propuesta por Darcy-Weisbach, que responde a la siguiente expresión:

$$h_r = J \times L = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

- **h_r** : Pérdidas de carga por rozamiento continuo, en mca.
- **J** : Pérdida de carga unitaria, en m/m.
- **L** : Longitud de la conducción, en m.
- **f** : Factor de fricción.
- **v** : Velocidad del fluido dentro de la tubería, en m/s.
- **D** : Diámetro interior de la conducción, en m.
- **g** : Aceleración de la gravedad, en m/s².

El factor de fricción “ f ” se ha calculado con la fórmula logarítmica de Jain para régimen turbulento en zona de transición:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left[\frac{5,73}{Re^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \times D} \right]$$

Donde:

- **Re:** número de Reynolds.
- **K:** rugosidad absoluta de la conducción que depende del tipo de material de que se trate, en mm.
 - Para el Polietileno $K = 0,002$ mm.
 - Para el PVC $K = 0,02$ mm
- **D:** diámetro de la conducción, en mm.

Pérdidas de carga accidentales o singulares

Los elementos singulares dispuestos a lo largo de la red de distribución de agua provocan también una pérdida de carga en la conducción.

Ésta se denomina pérdida de carga singular (h_s), para su cálculo se ha mayorado la pérdida de carga por rozamiento en un 10%. Se ha tomado este valor basándose en la experiencia de otros proyectos.

4.2.- CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN LATERALES DE RIEGO Y EN TUBERÍAS TERCIARIAS.

4.2.1.- CALCULO EN LOS MODULOS DE LA COBERTURA TOTAL ENTERRADA.

Los módulos pertenecen a un sistema fijo de cobertura total enterrada, y su dimensionado debe hacerse siguiendo la regla de Christiansen a todo el conjunto de tuberías que funcionan simultáneamente. Esta regla establece que *“la variación máxima de caudal entre dos aspersores de una unidad de riego ha de ser menor o igual al 10% del caudal nominal del aspersor”*

Esta regla llevada a la relación entre caudal y presión indica que la variación máxima de presión entre dos aspersores dentro de la misma unidad de riego no puede superar el 20% de la presión nominal del aspersor.

Estos módulos están constituidos por una tubería central, que es la tubería terciaria, que será de PVC, con tramos telescópicos en función del caudal a transportar, de distancias variables según el caso.

A ambos lados lleva laterales de riego de PEBD $\varnothing 32$, en los cuales se colocan los porta-aspersores (normalmente 1 ó 2 en cada extremo, pudiendo llegar hasta 5 en

total en el caso más desfavorable, pinchando entonces un aspersor en la misma tubería terciaria).

Para calcular las pérdidas de carga en cada módulo se ha seguido el siguiente procedimiento:

- 1) Se aplica la regla de Christiansen indicada anteriormente, así se determina la variación máxima de presión admisible en la unidad de riego.

$$\left(\frac{\Delta P}{\gamma} \right)_{UD} = 0,2 \cdot \frac{P_n}{\gamma} = 0,2 \cdot 30 \text{ mca} = 6 \text{ mca}$$

- 2) Se determinan las causas de la variación de presión en la unidad de riego. Las causas de la ΔP son las pérdidas de carga y la diferencia de cotas. De esta forma se determinan las pérdidas de carga admisibles en la unidad de riego.

$$\left(\frac{\Delta P}{\gamma} \right)_{UD} = (a \cdot h_r)_{UD}$$

En este caso se igualan las dos expresiones anteriores, y entonces la pérdida de carga total admisible en la unidad de riego es de: $(a \cdot h_r)_{UD} = 6 \text{ mca}$.

- 3) Se trasladan las pérdidas de carga admisibles en la unidad a las tuberías que forman los laterales de riego y la tubería terciaria.

$$(a \cdot h_r)_{UD} = (a \cdot h_r)_{TT} + (a \cdot h_r)_{LR} = 6 \text{ mca}$$

Las pérdidas de carga en el lateral de riego vienen determinadas por el diámetro de la tubería de la instalación que es el PE Ø 32 PN 4 con un diámetro interior de 28 mm. Nota: Estas pérdidas se calculan utilizando la ecuación de continuidad de donde se determina la velocidad del agua, calculando el número de Reynolds, y posteriormente se determina el factor de fricción mediante la fórmula logarítmica de Jain. Una vez conocido todo lo anterior se calculan las pérdidas de carga mediante la ecuación de Darcy-Weisbach.

- 4) Una vez determinadas las pérdidas de carga en el último lateral de riego y conocida la pérdida de carga admisible en la unidad, se obtienen las pérdidas de carga admisibles en la tubería terciaria.

- 5) Determinadas las pérdidas de carga máximas en la tubería terciaria y conociendo la longitud de cada módulo se calcula la pérdida de carga unitaria.
- 6) A partir de la pérdida de carga unitaria, se procede al cálculo hidráulico de la tubería terciaria tramo a tramo.

4.2.2.- PERDIDAS DE CARGA EN LOS LATERALES DE RIEGO Y EN LOS PORTA-ASPERSORES.

Las pérdidas de carga en los porta-aspersores se calculan utilizando la fórmula de Scobey, que es la indicada en el caso de tuberías de acero y aluminio. De esta forma las pérdidas de carga que se presentan en un portaspensor son:

$$h_r = 0,717 \cdot K \cdot L \cdot \frac{Q^{1,9}}{D^{4,9}}$$

Donde:

- h_r : Pérdida de carga, en mca.
- K : Coeficiente para acero = 0,42
- D : Diámetro hidráulico, en mm.
- Q : Caudal, en L/h.
- L : Longitud de la tubería, en este caso del porta-aspersor; en m.

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión anterior:

$$h_r = 0,717 \cdot 0,42 \cdot 3 \cdot \frac{1690^{1,9}}{19^{4,9}} = 0,665 \text{ m.c.a.}$$

A continuación se van a mostrar las pérdidas de carga que se producen en las tuberías terciarias y secundarias:

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C1	C1-R1	1	18	0,014	0,261	3	1690	5070	5070	59	63 PN 6	0,515	26659,912	0,025	0,103
		2	18	0,014	0,261	3	1690	5070	10140	59	63 PN 6	1,030	53319,824	0,022	0,360
		3	18	0,014	0,261	4	1690	6760	16900	84,4	90 PN 6	0,839	62122,228	0,021	0,159
		4	18	0,014	0,261	4	1690	6760	23660	84,4	90 PN 6	1,175	86971,119	0,020	0,294
		5	18	0,014	0,261	4	1690	6760	30420	104,6	110 PN 6	0,983	90225,707	0,019	0,163
		6	18	0,014	0,261	4	1690	6760	37180	104,6	110 PN 6	1,202	110275,864	0,019	0,236
		7	18	0,014	0,261	4	1690	6760	43940	104,6	110 PN 6	1,420	130326,021	0,018	0,321
		8	18	0,014	0,261	4	1690	6760	50700	118,8	125 PN 6	1,271	132401,921	0,018	0,224
		9	18	0,014	0,261	4	1690	6760	57460	118,8	125 PN 6	1,440	150055,510	0,018	0,282
		10	18	0,014	0,261	4	1690	6760	64220	133	140 PN 6	1,284	149803,316	0,018	0,199
		11	18	0,014	0,261	4	1690	6760	70980	133	140 PN 6	1,419	165572,086	0,017	0,240
		12	18	0,014	0,261	4	1690	6760	77740	133	140 PN 6	1,554	181340,856	0,017	0,283
		13	18	0,014	0,261	4	1690	6760	84500	133	140 PN 6	1,690	197109,626	0,017	0,331
		14	18	0,014	0,261	4	1690	6760	91260	152	160 PN 6	1,397	186268,597	0,017	0,198
		15	18	0,014	0,261	4	1690	6760	98020	152	160 PN 6	1,500	200066,271	0,017	0,226
		16	18	0,014	0,261	4	1690	6760	104780	152	160 PN 6	1,604	213863,945	0,016	0,256
		17	18	0,014	0,261	4	1690	6760	111540	152	160 PN 6	1,707	227661,618	0,016	0,287
		18	18	0,014	0,261	4	1690	6760	118300	171,2	180 PN 6	1,428	214379,745	0,016	0,178
		19	18	0,014	0,261	4	1690	6760	125060	171,2	180 PN 6	1,509	226630,017	0,016	0,198
		20	18	0,014	0,261	4	1690	6760	131820	171,2	180 PN 6	1,591	238880,288	0,016	0,218
		21	18	0,014	0,261	4	1690	6760	138580	171,2	180 PN 6	1,672	251130,559	0,016	0,239
		22	18	0,014	0,261	4	1690	6760	145340	171,2	180 PN 6	1,754	263380,830	0,016	0,262
		23	18	0,014	0,261	4	1690	6760	152100	171,2	180 PN 6	1,835	275631,101	0,016	0,285
															5,543

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (l aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C1	C1-R2	1	17	0,015	0,247	3	1690	5070	5070	59	63 PN 6	0,515	26659,912	0,025	0,097
		2	18	0,015	0,262	3	1690	5070	10140	59	63 PN 6	1,030	53319,824	0,022	0,360
		3	18	0,015	0,262	3	1690	5070	15210	84,4	90 PN 6	0,755	55910,005	0,021	0,132
		4	18	0,015	0,262	3	1690	5070	20280	84,4	90 PN 6	1,007	74546,674	0,020	0,222
		5	18	0,015	0,262	3	1690	5070	25350	84,4	90 PN 6	1,259	93183,342	0,019	0,334
		6	18	0,015	0,262	3	1690	5070	30420	84,4	90 PN 6	1,510	111820,011	0,019	0,467
		7	18	0,015	0,262	3	1690	5070	35490	104,6	110 PN 6	1,147	105263,324	0,019	0,217
		8	18	0,015	0,262	3	1690	5070	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		9	18	0,015	0,262	3	1690	5070	45630	104,6	110 PN 6	1,475	135338,560	0,018	0,344
		10	18	0,015	0,262	3	1690	5070	50700	118,8	125 PN 6	1,271	132401,921	0,018	0,224
		11	18	0,015	0,262	3	1690	5070	55770	118,8	125 PN 6	1,398	145642,113	0,018	0,267
		12	18	0,015	0,262	3	1690	5070	60840	133	140 PN 6	1,216	141918,931	0,018	0,180
		13	18	0,015	0,262	3	1690	5070	65910	133	140 PN 6	1,318	153745,508	0,017	0,209
		14	18	0,015	0,262	3	1690	5070	70980	133	140 PN 6	1,419	165572,086	0,017	0,240
		15	18	0,015	0,262	3	1690	5070	76050	133	140 PN 6	1,521	177398,664	0,017	0,272
		16	18	0,015	0,262	3	1690	5070	81120	133	140 PN 6	1,622	189225,241	0,017	0,307
		17	18	0,015	0,262	3	1690	5070	86190	152	160 PN 6	1,319	175920,341	0,017	0,178
		18	18	0,015	0,262	3	1690	5070	91260	152	160 PN 6	1,397	186268,597	0,017	0,198
		19	18	0,015	0,262	3	1690	5070	96330	152	160 PN 6	1,475	196616,852	0,017	0,219
		20	18	0,015	0,262	3	1690	5070	101400	152	160 PN 6	1,552	206965,108	0,017	0,241
		21	18	0,015	0,262	3	1690	5070	106470	152	160 PN 6	1,630	217313,363	0,016	0,263
		22	18	0,015	0,262	3	1690	5070	111540	171,2	180 PN 6	1,346	202129,474	0,016	0,160
		23	18	0,015	0,262	3	1690	5070	116610	171,2	180 PN 6	1,407	211317,178	0,016	0,174
															5,581

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C1	C1-R3	1	15	0,015	0,219	3	1690	5070	5070	59	63 PN 6	0,515	26659,912	0,025	0,086
		2	18	0,015	0,263	3	1690	5070	10140	59	63 PN 6	1,030	53319,824	0,022	0,360
		3	18	0,015	0,263	3	1690	5070	15210	84,4	90 PN 6	0,755	55910,005	0,021	0,132
		4	18	0,015	0,263	3	1690	5070	20280	84,4	90 PN 6	1,007	74546,674	0,020	0,222
		5	18	0,015	0,263	3	1690	5070	25350	84,4	90 PN 6	1,259	93183,342	0,019	0,334
		6	18	0,015	0,263	3	1690	5070	30420	84,4	90 PN 6	1,510	111820,011	0,019	0,467
		7	18	0,015	0,263	3	1690	5070	35490	104,6	110 PN 6	1,147	105263,324	0,019	0,217
		8	18	0,015	0,263	3	1690	5070	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		9	18	0,015	0,263	3	1690	5070	45630	104,6	110 PN 6	1,475	135338,560	0,018	0,344
		10	18	0,015	0,263	3	1690	5070	50700	118,8	125 PN 6	1,271	132401,921	0,018	0,224
		11	18	0,015	0,263	3	1690	5070	55770	118,8	125 PN 6	1,398	145642,113	0,018	0,267
		12	18	0,015	0,263	3	1690	5070	60840	133	140 PN 6	1,216	141918,931	0,018	0,180
		13	18	0,015	0,263	3	1690	5070	65910	133	140 PN 6	1,318	153745,508	0,017	0,209
		14	18	0,015	0,263	3	1690	5070	70980	133	140 PN 6	1,419	165572,086	0,017	0,240
		15	18	0,015	0,263	3	1690	5070	76050	133	140 PN 6	1,521	177398,664	0,017	0,272
		16	18	0,015	0,263	3	1690	5070	81120	133	140 PN 6	1,622	189225,241	0,017	0,307
		17	18	0,015	0,263	3	1690	5070	86190	152	160 PN 6	1,319	175920,341	0,017	0,178
		18	18	0,015	0,263	3	1690	5070	91260	152	160 PN 6	1,397	186268,597	0,017	0,198
		19	18	0,015	0,263	3	1690	5070	96330	152	160 PN 6	1,475	196616,852	0,017	0,219
		20	18	0,015	0,263	3	1690	5070	101400	152	160 PN 6	1,552	206965,108	0,017	0,241
		21	18	0,015	0,263	3	1690	5070	106470	152	160 PN 6	1,630	217313,363	0,016	0,263
		22	18	0,015	0,263	3	1690	5070	111540	171,2	180 PN 6	1,346	202129,474	0,016	0,160
		23	18	0,015	0,263	3	1690	5070	116610	171,2	180 PN 6	1,407	211317,178	0,016	0,174
															5,570

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

Módulo	Tramo	Longitud	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	K	μ	v	Re	f	HR
M1	Hasta M1R1	53	158860	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	0,995243394	207429,6757	0,016161086	0,181995052
	Hasta M1R2	70	280540	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,757557482	366311,9806	0,014855381	0,689057495
	Hasta M1R3	47	402220	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,519871571	525194,2854	0,014187104	0,908244957
											1,7792975

Y estas son las pérdidas que se producen en la tubería secundaria que alimenta las terciarias. Por lo que se establece que la presión necesaria a la entrada para el correcto funcionamiento del módulo es de **46,772 mca.**

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C2	C2-R1	1	18	0,015	0,273	4	1690	6760	6760	59	63 PN 6	0,687	35546,550	0,024	0,173
		2	18	0,015	0,273	4	1690	6760	13520	70,4	75 PN 6	0,965	59580,864	0,021	0,257
		3	18	0,015	0,273	4	1690	6760	20280	84,4	90 PN 6	1,007	74546,674	0,020	0,222
		4	18	0,015	0,273	4	1690	6760	27040	84,4	90 PN 6	1,343	99395,565	0,019	0,376
		5	18	0,015	0,273	4	1690	6760	33800	104,6	110 PN 6	1,093	100250,785	0,019	0,198
		6	18	0,015	0,273	4	1690	6760	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		7	18	0,015	0,273	4	1690	6760	47320	118,8	125 PN 6	1,186	123575,126	0,018	0,197
		8	18	0,015	0,273	4	1690	6760	54080	118,8	125 PN 6	1,355	141228,715	0,018	0,252
		9	18	0,015	0,273	4	1690	6760	60840	118,8	125 PN 6	1,525	158882,305	0,017	0,314
		10	18	0,015	0,273	4	1690	6760	67600	133	140 PN 6	1,352	157687,701	0,017	0,219
		11	18	0,015	0,273	4	1690	6760	74360	133	140 PN 6	1,487	173456,471	0,017	0,261
		12	18	0,015	0,273	4	1690	6760	81120	133	140 PN 6	1,622	189225,241	0,017	0,307
		13	18	0,015	0,273	4	1690	6760	87880	152	160 PN 6	1,345	179369,760	0,017	0,185
		14	18	0,015	0,273	4	1690	6760	94640	152	160 PN 6	1,449	193167,434	0,017	0,212
		15	18	0,015	0,273	4	1690	6760	101400	152	160 PN 6	1,552	206965,108	0,017	0,241
		16	18	0,015	0,273	4	1690	6760	108160	152	160 PN 6	1,656	220762,781	0,016	0,271
		17	18	0,015	0,273	4	1690	6760	114920	152	160 PN 6	1,759	234560,455	0,016	0,304
		18	18	0,015	0,273	4	1690	6760	121680	171,2	180 PN 6	1,468	220504,881	0,016	0,188
		19	18	0,015	0,273	4	1690	6760	128440	171,2	180 PN 6	1,550	232755,152	0,016	0,208

Puesta en regadío por cobertura total enterrada y goteo de 94,22 ha en la localidad de La Cartuja de Monegros (Huesca)

		20	18	0,015	0,273	4	1690	6760	135200	171,2	180 PN 6	1,631	245005,423	0,016	0,229
		21	18	0,015	0,273	4	1690	6760	141960	171,2	180 PN 6	1,713	257255,694	0,016	0,250
		22	18	0,015	0,273	4	1690	6760	148720	171,2	180 PN 6	1,795	269505,966	0,016	0,273
															5,412

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C2	C2-R2	1	18	0,015	0,273	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,015	0,273	2	1690	3380	6760	59	63 PN 6	0,687	35546,550	0,024	0,173
		3	18	0,015	0,273	3	1690	5070	11830	70,4	75 PN 6	0,844	52133,256	0,022	0,201
		4	18	0,015	0,273	2	1690	3380	15210	70,4	75 PN 6	1,085	67028,472	0,021	0,318
		5	18	0,015	0,273	3	1690	5070	20280	84,4	90 PN 6	1,007	74546,674	0,020	0,222
		6	18	0,015	0,273	2	1690	3380	23660	84,4	90 PN 6	1,175	86971,119	0,020	0,294
		7	18	0,015	0,273	3	1690	5070	28730	104,6	110 PN 6	0,929	85213,167	0,019	0,147
		8	18	0,015	0,273	4	1690	6760	35490	104,6	110 PN 6	1,147	105263,324	0,019	0,217
		9	18	0,015	0,273	3	1690	5070	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		10	18	0,015	0,273	3	1690	5070	45630	104,6	110 PN 6	1,475	135338,560	0,018	0,344
		11	18	0,015	0,273	3	1690	5070	50700	118,8	125 PN 6	1,271	132401,921	0,018	0,224
		12	18	0,015	0,273	3	1690	5070	55770	118,8	125 PN 6	1,398	145642,113	0,018	0,267
		13	18	0,015	0,273	3	1690	5070	60840	133	140 PN 6	1,216	141918,931	0,018	0,180
		14	18	0,015	0,273	3	1690	5070	65910	133	140 PN 6	1,318	153745,508	0,017	0,209
		15	18	0,015	0,273	3	1690	5070	70980	133	140 PN 6	1,419	165572,086	0,017	0,240
		16	18	0,015	0,273	3	1690	5070	76050	133	140 PN 6	1,521	177398,664	0,017	0,272
		17	18	0,015	0,273	3	1690	5070	81120	152	160 PN 6	1,242	165572,086	0,017	0,159
		18	18	0,015	0,273	3	1690	5070	86190	152	160 PN 6	1,319	175920,341	0,017	0,178
		19	18	0,015	0,273	3	1690	5070	91260	152	160 PN 6	1,397	186268,597	0,017	0,198
		20	18	0,015	0,273	3	1690	5070	96330	152	160 PN 6	1,475	196616,852	0,017	0,219
		21	18	0,015	0,273	3	1690	5070	101400	152	160 PN 6	1,552	206965,108	0,017	0,241

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

		22	18	0,015	0,273	3	1690	5070	106470	152	160 PN 6	1,630	217313,363	0,016	0,263
															4,997

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C2	C2-R3	1	18	0,024	0,429	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,024	0,429	4	1690	6760	10140	59	63 PN 6	1,030	53319,824	0,022	0,360
		3	18	0,024	0,429	3	1690	5070	15210	70,4	75 PN 6	1,085	67028,472	0,021	0,318
		4	18	0,024	0,429	3	1690	5070	20280	70,4	75 PN 6	1,447	89371,296	0,020	0,539
		5	18	0,024	0,429	3	1690	5070	25350	84,4	90 PN 6	1,259	93183,342	0,019	0,334
		6	18	0,024	0,429	3	1690	5070	30420	84,4	90 PN 6	1,510	111820,011	0,019	0,467
		7	18	0,024	0,429	3	1690	5070	35490	104,6	110 PN 6	1,147	105263,324	0,019	0,217
		8	18	0,024	0,429	3	1690	5070	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		9	18	0,024	0,429	3	1690	5070	45630	104,6	110 PN 6	1,475	135338,560	0,018	0,344
		10	18	0,024	0,429	3	1690	5070	50700	104,6	110 PN 6	1,639	150376,178	0,018	0,418
		11	18	0,024	0,429	3	1690	5070	55770	118,8	125 PN 6	1,398	145642,113	0,018	0,267
		12	18	0,024	0,429	3	1690	5070	60840	118,8	125 PN 6	1,525	158882,305	0,017	0,314
		13	18	0,024	0,429	3	1690	5070	65910	118,8	125 PN 6	1,652	172122,497	0,017	0,364
		14	18	0,024	0,429	3	1690	5070	70980	118,8	125 PN 6	1,779	185362,689	0,017	0,417
															4,789

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C2	C2-R4	1	18	0,028	0,500	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,028	0,500	3	1690	5070	8450	59	63 PN 6	0,859	44433,187	0,023	0,258

		3	18	0,028	0,500	4	1690	6760	15210	59	63 PN 6	1,545	79979,736	0,020	0,756
		4	18	0,028	0,500	3	1690	5070	20280	70,4	75 PN 6	1,447	89371,296	0,020	0,539
		5	18	0,028	0,500	3	1690	5070	25350	84,4	90 PN 6	1,259	93183,342	0,019	0,334
		6	18	0,028	0,500	4	1690	6760	32110	84,4	90 PN 6	1,594	118032,234	0,019	0,516
		7	18	0,028	0,500	3	1690	5070	37180	84,4	90 PN 6	1,846	136668,902	0,018	0,677
		8	18	0,028	0,500	3	1690	5070	42250	104,6	110 PN 6	1,366	125313,481	0,018	0,299
		9	18	0,028	0,500	3	1690	5070	47320	104,6	110 PN 6	1,530	140351,099	0,018	0,368
		10	18	0,028	0,500	3	1690	5070	52390	104,6	110 PN 6	1,694	155388,717	0,018	0,445
		11	18	0,028	0,500	3	1690	5070	57460	104,6	110 PN 6	1,857	170426,335	0,017	0,528
		12	18	0,028	0,500	3	1690	5070	62530	118,8	125 PN 6	1,567	163295,702	0,017	0,330
															5,203

Módulo	Tramo	Longitud	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	K	μ	v	Re	f	HR
M2	Hasta M2R1	56	155480	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	0,974068002	203016,2784	0,01621698	0,184837939
	Hasta M2R2	66	267020	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,672855917	348658,3911	0,014956194	0,592565925
	Hasta M2R3	54	343070	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,149302223	447959,8316	0,014467905	0,77419249
	Hasta M2R4	60	410670	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,57281005	536227,7788	0,014152012	1,205700511
											2,75729686

Y estas son las pérdidas que se producen en la tubería secundaria que alimenta las terciarias. Por lo que se establece que la presión necesaria a la entrada para el correcto funcionamiento del módulo es de **47,664 mca.**

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (l aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C3	C3-R1	1	18	0,037	0,667	3	1690	5070	5070	46,8	50 PN 6	0,819	33609,718	0,024	0,316
		2	18	0,037	0,667	4	1690	6760	11830	59	63 PN 6	1,202	62206,462	0,021	0,477
		3	18	0,037	0,667	4	1690	6760	18590	59	63 PN 6	1,889	97753,011	0,020	1,095
		4	18	0,037	0,667	4	1690	6760	25350	70,4	75 PN 6	1,809	111714,121	0,019	0,814
		5	18	0,037	0,667	4	1690	6760	32110	84,4	90 PN 6	1,594	118032,234	0,019	0,516
		6	18	0,037	0,667	4	1690	6760	38870	84,4	110 PN 6	1,930	142881,125	0,018	0,736
		7	18	0,037	0,667	4	1690	6760	45630	104,6	110 PN 6	1,475	135338,560	0,018	0,344

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

		8	18	0,037	0,667	4	1690	6760	52390	104,6	110 PN 6	1,694	155388,717	0,018	0,445
		9	18	0,037	0,667	4	1690	6760	59150	118,8	125 PN 6	1,482	154468,907	0,018	0,298
															5,041

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C3	C3-R2	1	18	0,042	0,750	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,042	0,750	3	1690	5070	8450	46,8	50 PN 6	1,364	56016,197	0,022	0,800
		3	18	0,042	0,750	4	1690	6760	15210	59	63 PN 6	1,545	79979,736	0,020	0,756
		4	18	0,042	0,750	4	1690	6760	21970	70,4	75 PN 6	1,568	96818,904	0,020	0,625
		5	18	0,042	0,750	4	1690	6760	28730	84,4	90 PN 6	1,426	105607,788	0,019	0,420
		6	18	0,042	0,750	4	1690	6760	35490	84,4	90 PN 6	1,762	130456,679	0,018	0,621
		7	18	0,042	0,750	4	1690	6760	42250	104,6	110 PN 6	1,366	125313,481	0,018	0,299
		8	18	0,042	0,750	4	1690	6760	49010	104,6	110 PN 6	1,584	145363,638	0,018	0,393
															4,068

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C3	C3-R3	1	18	0,030	0,545	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,030	0,545	3	1690	5070	8450	46,8	50 PN 6	1,364	56016,197	0,022	0,800
		3	18	0,030	0,545	4	1690	6760	15210	59	63 PN 6	1,545	79979,736	0,020	0,756
		4	18	0,030	0,545	3	1690	5070	20280	70,4	75 PN 6	1,447	89371,296	0,020	0,539
		5	18	0,030	0,545	3	1690	5070	25350	70,4	75 PN 6	1,809	111714,121	0,019	0,814
		6	18	0,030	0,545	3	1690	5070	30420	84,4	90 PN 6	1,510	111820,011	0,019	0,467
		7	18	0,030	0,545	3	1690	5070	35490	84,4	90 PN 6	1,762	130456,679	0,018	0,621
		8	18	0,030	0,545	3	1690	5070	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		9	18	0,030	0,545	3	1690	5070	45630	104,6	110 PN 6	1,475	135338,560	0,018	0,344
		10	18	0,030	0,545	3	1690	5070	50700	104,6	110 PN 6	1,639	150376,178	0,018	0,418
		11	18	0,030	0,545	3	1690	5070	55770	118,8	125 PN 6	1,398	145642,113	0,018	0,267
															5,458

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C3	C3-R4	1	18	0,024	0,429	3	1690	5070	5070	46,8	50 PN 6	0,819	33609,718	0,024	0,316
		2	18	0,024	0,429	4	1690	6760	11830	59	63 PN 6	1,202	62206,462	0,021	0,477
		3	18	0,024	0,429	4	1690	6760	18590	70,4	75 PN 6	1,327	81923,688	0,020	0,459
		4	18	0,024	0,429	4	1690	6760	25350	84,4	90 PN 6	1,259	93183,342	0,019	0,334
		5	18	0,024	0,429	4	1690	6760	32110	84,4	90 PN 6	1,594	118032,234	0,019	0,516
		6	18	0,024	0,429	4	1690	6760	38870	104,6	110 PN 6	1,256	115288,403	0,019	0,256
		7	18	0,024	0,429	4	1690	6760	45630	104,6	110 PN 6	1,475	135338,560	0,018	0,344
		8	18	0,024	0,429	4	1690	6760	52390	104,6	110 PN 6	1,694	155388,717	0,018	0,445
		9	18	0,024	0,429	4	1690	6760	59150	118,8	125 PN 6	1,482	154468,907	0,018	0,298
		10	18	0,024	0,429	4	1690	6760	65910	118,8	125 PN 6	1,652	172122,497	0,017	0,364
		11	18	0,024	0,429	4	1690	6760	72670	118,8	125 PN 6	1,821	189776,086	0,017	0,436
		12	18	0,024	0,429	4	1690	6760	79430	133	140 PN 6	1,588	185283,049	0,017	0,295
		13	18	0,024	0,429	4	1690	6760	86190	133	140 PN 6	1,723	201051,819	0,017	0,343
		14	18	0,024	0,429	4	1690	6760	92950	133	140 PN 6	1,858	216820,589	0,017	0,395
															5,278

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C3	C3-R5	1	18	0,028	0,500	3	1690	5070	5070	46,8	50 PN 6	0,819	33609,718	0,024	0,316
		2	18	0,028	0,500	3	1690	5070	10140	59	63 PN 6	1,030	53319,824	0,022	0,360
		3	18	0,028	0,500	4	1690	6760	16900	70,4	75 PN 6	1,206	74476,080	0,020	0,386
		4	18	0,028	0,500	4	1690	6760	23660	70,4	75 PN 6	1,688	104266,513	0,019	0,717
		5	18	0,028	0,500	4	1690	6760	30420	84,4	90 PN 6	1,510	111820,011	0,019	0,467
		6	18	0,028	0,500	4	1690	6760	37180	84,4	90 PN 6	1,846	136668,902	0,018	0,677
		7	18	0,028	0,500	4	1690	6760	43940	104,6	110 PN 6	1,420	130326,021	0,018	0,321
		8	18	0,028	0,500	4	1690	6760	50700	104,6	110 PN 6	1,639	150376,178	0,018	0,418

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

		9	18	0,028	0,500	4	1690	6760	57460	118,8	125 PN 6	1,440	150055,510	0,018	0,282
		10	18	0,028	0,500	4	1690	6760	64220	118,8	125 PN 6	1,609	167709,100	0,017	0,347
		11	18	0,028	0,500	4	1690	6760	70980	118,8	125 PN 6	1,779	185362,689	0,017	0,417
		12	18	0,028	0,500	4	1690	6760	77740	133	140 PN 6	1,554	181340,856	0,017	0,283
															4,992

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C3	C3-R6	1	18	0,033	0,600	3	1690	5070	5070	46,8	50 PN 6	0,819	33609,718	0,024	0,316
		2	18	0,033	0,600	3	1690	5070	10140	46,8	50 PN 6	1,637	67219,437	0,021	1,119
		3	18	0,033	0,600	3	1690	5070	15210	59	63 PN 6	1,545	79979,736	0,020	0,756
		4	18	0,033	0,600	3	1690	5070	20280	70,4	75 PN 6	1,447	89371,296	0,020	0,539
		5	18	0,033	0,600	3	1690	5070	25350	70,4	75 PN 6	1,809	111714,121	0,019	0,814
		6	18	0,033	0,600	3	1690	5070	30420	84,4	90 PN 6	1,510	111820,011	0,019	0,467
		7	18	0,033	0,600	3	1690	5070	35490	84,4	90 PN 6	1,762	130456,679	0,018	0,621
		8	18	0,033	0,600	3	1690	5070	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		9	18	0,033	0,600	3	1690	5070	45630	104,6	110 PN 6	1,475	135338,560	0,018	0,344
		10	18	0,033	0,600	4	1690	6760	52390	118,8	125 PN 6	1,313	136815,318	0,018	0,238
5,492															

Módulo	Tramo	Longitud	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	K	μ	v	Re	f	HR
M3	Hasta M3R1	66	65910	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	0,412920131	86061,24844	0,018888336	0,045595745
	Hasta M3R2	54	121680	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	0,762314089	158882,3048	0,016890044	0,113696474
	Hasta M3R3	60	182520	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,143471133	238323,4572	0,015812095	0,266100466
	Hasta M3R4	63	282230	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,768145178	368518,6792	0,014843278	0,627134603
	Hasta M3R5	68	366730	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,297529962	478853,6131	0,014347494	1,10474464
	Hasta M3R6	64	424190	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,657511615	553881,3682	0,014098067	1,366924236
											3,52419616

Y estas son las pérdidas que se producen en la tubería secundaria que alimenta las terciarias. Por lo que se establece que la presión necesaria a la entrada para el correcto funcionamiento del módulo es de **48,591 mca.**

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (l aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C4	C4-R1	1	9	0,010	0,092	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,076
		2	18	0,010	0,185	4	1690	6760	10140	70,4	75 PN 6	0,724	44685,648	0,022	0,152
		3	18	0,010	0,185	4	1690	6760	16900	84,4	90 PN 6	0,839	62122,228	0,021	0,159
		4	18	0,010	0,185	4	1690	6760	23660	84,4	90 PN 6	1,175	86971,119	0,020	0,294
		5	18	0,010	0,185	4	1690	6760	30420	104,6	110 PN 6	0,983	90225,707	0,019	0,163
		6	18	0,010	0,185	4	1690	6760	37180	104,6	110 PN 6	1,202	110275,864	0,019	0,236
		7	18	0,010	0,185	3	1690	5070	42250	118,8	125 PN 6	1,059	110334,934	0,019	0,160
		8	18	0,010	0,185	3	1690	5070	47320	118,8	125 PN 6	1,186	123575,126	0,018	0,197
		9	18	0,010	0,185	3	1690	5070	52390	133	140 PN 6	1,047	122207,968	0,018	0,137
		10	18	0,010	0,185	3	1690	5070	57460	133	140 PN 6	1,149	134034,546	0,018	0,162
		11	18	0,010	0,185	2	1690	3380	60840	133	140 PN 6	1,216	141918,931	0,018	0,180
		12	18	0,010	0,185	2	1690	3380	64220	133	140 PN 6	1,284	149803,316	0,018	0,199
		13	18	0,010	0,185	2	1690	3380	67600	152	160 PN 6	1,035	137976,738	0,018	0,114
		14	18	0,010	0,185	3	1690	5070	72670	152	160 PN 6	1,112	148324,994	0,017	0,130

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

		15	18	0,010	0,185	2	1690	3380	76050	152	160 PN 6	1,164	155223,831	0,017	0,141
		16	18	0,010	0,185	2	1690	3380	79430	152	160 PN 6	1,216	162122,668	0,017	0,153
		17	18	0,010	0,185	3	1690	5070	84500	152	160 PN 6	1,294	172470,923	0,017	0,172
		18	18	0,010	0,185	3	1690	5070	89570	152	160 PN 6	1,371	182819,178	0,017	0,191
		19	18	0,010	0,185	3	1690	5070	94640	171,2	180 PN 6	1,142	171503,796	0,017	0,118
		20	18	0,010	0,185	3	1690	5070	99710	171,2	180 PN 6	1,203	180691,500	0,017	0,130
		21	18	0,010	0,185	3	1690	5070	104780	171,2	180 PN 6	1,264	189879,203	0,017	0,143
		22	18	0,010	0,185	4	1690	6760	111540	171,2	180 PN 6	1,346	202129,474	0,016	0,160
		23	18	0,010	0,185	4	1690	6760	118300	171,2	180 PN 6	1,428	214379,745	0,016	0,178
		24	18	0,010	0,185	3	1690	5070	123370	171,2	180 PN 6	1,489	223567,449	0,016	0,193
		25	18	0,010	0,185	3	1690	5070	128440	171,2	180 PN 6	1,550	232755,152	0,016	0,208
		26	18	0,010	0,185	3	1690	5070	133510	190,2	200 PN 6	1,305	217774,011	0,016	0,133
		27	18	0,010	0,185	3	1690	5070	138580	190,2	200 PN 6	1,355	226043,910	0,016	0,143
		28	18	0,010	0,185	2	1690	3380	141960	190,2	200 PN 6	1,388	231557,176	0,016	0,149
		29	18	0,010	0,185	2	1690	3380	145340	190,2	200 PN 6	1,421	237070,442	0,016	0,156
		30	18	0,010	0,185	3	1690	5070	150410	190,2	200 PN 6	1,470	245340,341	0,016	0,166
		31	18	0,010	0,185	3	1690	5070	155480	190,2	200 PN 6	1,520	253610,240	0,016	0,177
		32	18	0,010	0,185	3	1690	5070	160550	190,2	200 PN 6	1,570	261880,140	0,016	0,187
		33	18	0,010	0,185	3	1690	5070	165620	190,2	200 PN 6	1,619	270150,039	0,016	0,199
															5,460

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q (l aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C4	C4-R2	1	10	0,010	0,102	4	1690	6760	6760	46,8	50 PN 6	1,092	44812,958	0,023	0,296
		2	18	0,010	0,184	4	1690	6760	13520	70,4	75 PN 6	0,965	59580,864	0,021	0,257
		3	18	0,010	0,184	4	1690	6760	20280	84,4	90 PN 6	1,007	74546,674	0,020	0,222
		4	18	0,010	0,184	4	1690	6760	27040	104,6	110 PN 6	0,874	80200,628	0,020	0,132
		5	18	0,010	0,184	4	1690	6760	33800	104,6	110 PN 6	1,093	100250,785	0,019	0,198
		6	18	0,010	0,184	4	1690	6760	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		7	18	0,010	0,184	4	1690	6760	47320	118,8	125 PN 6	1,186	123575,126	0,018	0,197
		8	18	0,010	0,184	4	1690	6760	54080	133	140 PN 6	1,081	126150,161	0,018	0,145
		9	18	0,010	0,184	4	1690	6760	60840	133	140 PN 6	1,216	141918,931	0,018	0,180

10	18	0,010	0,184	4	1690	6760	67600	133	140 PN 6	1,352	157687,701	0,017	0,219
11	18	0,010	0,184	4	1690	6760	74360	152	160 PN 6	1,138	151774,412	0,017	0,136
12	18	0,010	0,184	4	1690	6760	81120	152	160 PN 6	1,242	165572,086	0,017	0,159
13	18	0,010	0,184	4	1690	6760	87880	152	160 PN 6	1,345	179369,760	0,017	0,185
14	18	0,010	0,184	4	1690	6760	94640	152	160 PN 6	1,449	193167,434	0,017	0,212
15	18	0,010	0,184	4	1690	6760	101400	171,2	180 PN 6	1,224	183754,067	0,017	0,134
16	18	0,010	0,184	4	1690	6760	108160	171,2	180 PN 6	1,305	196004,339	0,017	0,151
17	18	0,010	0,184	4	1690	6760	114920	171,2	180 PN 6	1,387	208254,610	0,016	0,169
18	18	0,010	0,184	4	1690	6760	121680	171,2	180 PN 6	1,468	220504,881	0,016	0,188
19	18	0,010	0,184	4	1690	6760	128440	190,2	200 PN 6	1,256	209504,112	0,016	0,124
20	18	0,010	0,184	4	1690	6760	135200	190,2	200 PN 6	1,322	220530,644	0,016	0,136
21	18	0,010	0,184	4	1690	6760	141960	190,2	200 PN 6	1,388	231557,176	0,016	0,149
22	18	0,010	0,184	4	1690	6760	148720	190,2	200 PN 6	1,454	242583,708	0,016	0,163
23	18	0,010	0,184	4	1690	6760	155480	190,2	200 PN 6	1,520	253610,240	0,016	0,177
24	18	0,010	0,184	4	1690	6760	162240	190,2	200 PN 6	1,586	264636,773	0,016	0,191
25	18	0,010	0,184	4	1690	6760	169000	190,2	200 PN 6	1,652	275663,305	0,016	0,206
26	18	0,010	0,184	4	1690	6760	175760	190,2	200 PN 6	1,718	286689,837	0,016	0,222
27	18	0,010	0,184	4	1690	6760	182520	237,6	250 PN 6	1,143	238323,457	0,016	0,080
28	18	0,010	0,184	4	1690	6760	189280	237,6	250 PN 6	1,186	247150,252	0,016	0,085
29	18	0,010	0,184	4	1690	6760	196040	237,6	250 PN 6	1,228	255977,047	0,016	0,091
30	18	0,010	0,184	4	1690	6760	202800	237,6	250 PN 6	1,271	264803,841	0,016	0,097
31	18	0,010	0,184	4	1690	6760	209560	237,6	250 PN 6	1,313	273630,636	0,015	0,103
32	18	0,010	0,184	4	1690	6760	216320	237,6	250 PN 6	1,355	282457,431	0,015	0,109
33	18	0,010	0,184	4	1690	6760	223080	237,6	250 PN 6	1,398	291284,225	0,015	0,116
													5,507

Módulo	Tramo	Longitud	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	K	μ	v	Re	f	HR
M4	Hasta M4R1	64	402220	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,519871571	525194,2854	0,014187104	1,23675909
	Hasta M4R2	68	229840	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,439926612	300111,0202	0,015276459	0,462026491
											1,69878558

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

Y estas son las pérdidas que se producen en la tubería secundaria que alimenta las terciarias. Por lo que se establece que la presión necesaria a la entrada para el correcto funcionamiento del módulo es de **46,601 mca.**

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	n° aspersores	Q (l aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C5	C5-R1	1	10	0,010	0,102	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,085
		2	18	0,010	0,184	4	1690	6760	10140	59	63 PN 6	1,030	53319,824	0,022	0,360
		3	18	0,010	0,184	4	1690	6760	16900	84,4	90 PN 6	0,839	62122,228	0,021	0,159
		4	18	0,010	0,184	4	1690	6760	23660	84,4	90 PN 6	1,175	86971,119	0,020	0,294
		5	18	0,010	0,184	4	1690	6760	30420	104,6	110 PN 6	0,983	90225,707	0,019	0,163
		6	18	0,010	0,184	4	1690	6760	37180	118,8	125 PN 6	0,932	97094,742	0,019	0,127
		7	18	0,010	0,184	4	1690	6760	43940	118,8	125 PN 6	1,101	114748,331	0,018	0,172
		8	18	0,010	0,184	4	1690	6760	50700	118,8	125 PN 6	1,271	132401,921	0,018	0,224
		9	18	0,010	0,184	4	1690	6760	57460	133	140 PN 6	1,149	134034,546	0,018	0,162
		10	18	0,010	0,184	4	1690	6760	64220	133	140 PN 6	1,284	149803,316	0,018	0,199
		11	18	0,010	0,184	4	1690	6760	70980	133	140 PN 6	1,419	165572,086	0,017	0,240
		12	18	0,010	0,184	4	1690	6760	77740	152	160 PN 6	1,190	158673,249	0,017	0,147
		13	18	0,010	0,184	4	1690	6760	84500	152	160 PN 6	1,294	172470,923	0,017	0,172
		14	18	0,010	0,184	4	1690	6760	91260	152	160 PN 6	1,397	186268,597	0,017	0,198
		15	18	0,010	0,184	4	1690	6760	98020	171,2	180 PN 6	1,183	177628,932	0,017	0,126
		16	18	0,010	0,184	4	1690	6760	104780	171,2	180 PN 6	1,264	189879,203	0,017	0,143
		17	18	0,010	0,184	4	1690	6760	111540	171,2	180 PN 6	1,346	202129,474	0,016	0,160
		18	18	0,010	0,184	4	1690	6760	118300	171,2	180 PN 6	1,428	214379,745	0,016	0,178
		19	18	0,010	0,184	4	1690	6760	125060	190,2	200 PN 6	1,223	203990,846	0,016	0,118
		20	18	0,010	0,184	4	1690	6760	131820	190,2	200 PN 6	1,289	215017,378	0,016	0,130
		21	18	0,010	0,184	4	1690	6760	138580	190,2	200 PN 6	1,355	226043,910	0,016	0,143
		22	18	0,010	0,184	4	1690	6760	145340	190,2	200 PN 6	1,421	237070,442	0,016	0,156
		23	18	0,010	0,184	4	1690	6760	152100	190,2	200 PN 6	1,487	248096,974	0,016	0,170
		24	18	0,010	0,184	4	1690	6760	158860	190,2	200 PN 6	1,553	259123,507	0,016	0,184

Puesta en regadío por cobertura total enterrada y goteo de 94,22 ha en la localidad de La Cartuja de Monegros (Huesca)

		25	18	0,010	0,184	4	1690	6760	165620	190,2	200 PN 6	1,619	270150,039	0,016	0,199
		26	18	0,010	0,184	4	1690	6760	172380	237,6	250 PN 6	1,080	225083,265	0,016	0,072
		27	18	0,010	0,184	4	1690	6760	179140	237,6	250 PN 6	1,122	233910,060	0,016	0,077
		28	18	0,010	0,184	4	1690	6760	185900	237,6	250 PN 6	1,165	242736,855	0,016	0,083
		29	18	0,010	0,184	4	1690	6760	192660	237,6	250 PN 6	1,207	251563,649	0,016	0,088
		30	18	0,010	0,184	4	1690	6760	199420	237,6	250 PN 6	1,249	260390,444	0,016	0,094
		31	18	0,010	0,184	4	1690	6760	206180	237,6	250 PN 6	1,292	269217,239	0,016	0,100
		32	18	0,010	0,184	4	1690	6760	212940	237,6	250 PN 6	1,334	278044,033	0,015	0,106
		33	18	0,010	0,184	4	1690	6760	219700	237,6	250 PN 6	1,376	286870,828	0,015	0,112
															5,141

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (l aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C5	C5-R2	1	18	0,011	0,194	4	1690	6760	6760	59	63 PN 6	0,687	35546,550	0,024	0,173
		2	18	0,011	0,194	3	1690	5070	11830	70,4	75 PN 6	0,844	52133,256	0,022	0,201
		3	18	0,011	0,194	3	1690	5070	16900	84,4	90 PN 6	0,839	62122,228	0,021	0,159
		4	18	0,011	0,194	3	1690	5070	21970	84,4	90 PN 6	1,091	80758,897	0,020	0,257
		5	18	0,011	0,194	3	1690	5070	27040	104,6	110 PN 6	0,874	80200,628	0,020	0,132
		6	18	0,011	0,194	3	1690	5070	32110	104,6	110 PN 6	1,038	95238,246	0,019	0,180
		7	18	0,011	0,194	3	1690	5070	37180	104,6	110 PN 6	1,202	110275,864	0,019	0,236
		8	18	0,011	0,194	3	1690	5070	42250	118,8	125 PN 6	1,059	110334,934	0,019	0,160
		9	18	0,011	0,194	3	1690	5070	47320	118,8	125 PN 6	1,186	123575,126	0,018	0,197
		10	18	0,011	0,194	3	1690	5070	52390	133	140 PN 6	1,047	122207,968	0,018	0,137
		11	18	0,011	0,194	3	1690	5070	57460	133	140 PN 6	1,149	134034,546	0,018	0,162
		12	18	0,011	0,194	3	1690	5070	62530	133	140 PN 6	1,250	145861,123	0,018	0,190
		13	18	0,011	0,194	3	1690	5070	67600	133	140 PN 6	1,352	157687,701	0,017	0,219
		14	18	0,011	0,194	3	1690	5070	72670	133	140 PN 6	1,453	169514,279	0,017	0,250
		15	18	0,011	0,194	3	1690	5070	77740	152	160 PN 6	1,190	158673,249	0,017	0,147
		16	18	0,011	0,194	3	1690	5070	82810	152	160 PN 6	1,268	169021,505	0,017	0,165

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

	17	18	0,011	0,194	3	1690	5070	87880	152	160 PN 6	1,345	179369,760	0,017	0,185
	18	18	0,011	0,194	3	1690	5070	92950	152	160 PN 6	1,423	189718,015	0,017	0,205
	19	18	0,011	0,194	3	1690	5070	98020	171,2	180 PN 6	1,183	177628,932	0,017	0,126
	20	18	0,011	0,194	3	1690	5070	103090	171,2	180 PN 6	1,244	186816,635	0,017	0,138
	21	18	0,011	0,194	3	1690	5070	108160	171,2	180 PN 6	1,305	196004,339	0,017	0,151
	22	18	0,011	0,194	3	1690	5070	113230	171,2	180 PN 6	1,366	205192,042	0,016	0,165
	23	18	0,011	0,194	3	1690	5070	118300	171,2	180 PN 6	1,428	214379,745	0,016	0,178
	24	18	0,011	0,194	3	1690	5070	123370	171,2	180 PN 6	1,489	223567,449	0,016	0,193
	25	18	0,011	0,194	3	1690	5070	128440	190,2	200 PN 6	1,256	209504,112	0,016	0,124
	26	18	0,011	0,194	3	1690	5070	133510	190,2	200 PN 6	1,305	217774,011	0,016	0,133
	27	18	0,011	0,194	3	1690	5070	138580	190,2	200 PN 6	1,355	226043,910	0,016	0,143
	28	18	0,011	0,194	3	1690	5070	143650	190,2	200 PN 6	1,404	234313,809	0,016	0,153
	29	18	0,011	0,194	3	1690	5070	148720	190,2	200 PN 6	1,454	242583,708	0,016	0,163
	30	18	0,011	0,194	3	1690	5070	153790	190,2	200 PN 6	1,504	250853,607	0,016	0,173
	31	18	0,011	0,194	3	1690	5070	158860	190,2	200 PN 6	1,553	259123,507	0,016	0,184
														5,380

Módulo	Tramo	Longitud	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	K	μ	v	Re	f	HR
M5	Hasta M5R1	63	392080	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,456345397	511954,0933	0,014230705	1,160380418
	Hasta M5R2	67	163930	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,027006481	214049,7718	0,016080329	0,243764613
											1,40414503

Y estas son las pérdidas que se producen en la tubería secundaria que alimenta las terciarias. Por lo que se establece que la presión necesaria a la entrada para el correcto funcionamiento del módulo es de **46,139 mca.**

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C6	C6-R1	1	18	0,011	0,200	3	1690	5070	5070	59	63 PN 6	0,515	26659,912	0,025	0,103
		2	18	0,011	0,200	3	1690	5070	10140	70,4	75 PN 6	0,724	44685,648	0,022	0,152
		3	18	0,011	0,200	3	1690	5070	15210	84,4	90 PN 6	0,755	55910,005	0,021	0,132
		4	18	0,011	0,200	4	1690	6760	21970	84,4	90 PN 6	1,091	80758,897	0,020	0,257
		5	18	0,011	0,200	4	1690	6760	28730	104,6	110 PN 6	0,929	85213,167	0,019	0,147
		6	18	0,011	0,200	4	1690	6760	35490	104,6	110 PN 6	1,147	105263,324	0,019	0,217
		7	18	0,011	0,200	4	1690	6760	42250	104,6	110 PN 6	1,366	125313,481	0,018	0,299
		8	18	0,011	0,200	4	1690	6760	49010	118,8	125 PN 6	1,228	127988,523	0,018	0,210
		9	18	0,011	0,200	4	1690	6760	55770	133	140 PN 6	1,115	130092,353	0,018	0,154
		10	18	0,011	0,200	4	1690	6760	62530	133	140 PN 6	1,250	145861,123	0,018	0,190
		11	18	0,011	0,200	4	1690	6760	69290	133	140 PN 6	1,385	161629,894	0,017	0,229
		12	18	0,011	0,200	4	1690	6760	76050	152	160 PN 6	1,164	155223,831	0,017	0,141
		13	18	0,011	0,200	4	1690	6760	82810	152	160 PN 6	1,268	169021,505	0,017	0,165
		14	18	0,011	0,200	4	1690	6760	89570	152	160 PN 6	1,371	182819,178	0,017	0,191
		15	18	0,011	0,200	4	1690	6760	96330	171,2	180 PN 6	1,162	174566,364	0,017	0,122
		16	18	0,011	0,200	4	1690	6760	103090	171,2	180 PN 6	1,244	186816,635	0,017	0,138
		17	18	0,011	0,200	4	1690	6760	109850	171,2	180 PN 6	1,326	199066,906	0,017	0,156
		18	18	0,011	0,200	4	1690	6760	116610	171,2	180 PN 6	1,407	211317,178	0,016	0,174
		19	18	0,011	0,200	4	1690	6760	123370	171,2	180 PN 6	1,489	223567,449	0,016	0,193
		20	18	0,011	0,200	4	1690	6760	130130	171,2	180 PN 6	1,570	235817,720	0,016	0,213
		21	18	0,011	0,200	4	1690	6760	136890	190,2	200 PN 6	1,338	223287,277	0,016	0,140
		22	18	0,011	0,200	4	1690	6760	143650	190,2	200 PN 6	1,404	234313,809	0,016	0,153
		23	18	0,011	0,200	4	1690	6760	150410	190,2	200 PN 6	1,470	245340,341	0,016	0,166
		24	18	0,011	0,200	4	1690	6760	157170	190,2	200 PN 6	1,537	256366,874	0,016	0,180
		25	18	0,011	0,200	4	1690	6760	163930	190,2	200 PN 6	1,603	267393,406	0,016	0,195
		26	18	0,011	0,200	4	1690	6760	170690	190,2	200 PN 6	1,669	278419,938	0,016	0,210
		27	18	0,011	0,200	4	1690	6760	177450	190,2	200 PN 6	1,735	289446,470	0,016	0,226
		28	18	0,011	0,200	4	1690	6760	184210	237,6	250 PN 6	1,154	240530,156	0,016	0,081

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

		29	18	0,011	0,200	4	1690	6760	190970	237,6	250 PN 6	1,196	249356,951	0,016	0,087
		30	18	0,011	0,200	4	1690	6760	197730	237,6	250 PN 6	1,239	258183,745	0,016	0,093
															5,113

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C6	C6-R2	1	18	0,011	0,207	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,011	0,207	2	1690	3380	6760	59	63 PN 6	0,687	35546,550	0,024	0,173
		3	18	0,011	0,207	4	1690	6760	13520	84,4	90 PN 6	0,671	49697,783	0,022	0,106
		4	18	0,011	0,207	4	1690	6760	20280	84,4	90 PN 6	1,007	74546,674	0,020	0,222
		5	18	0,011	0,207	4	1690	6760	27040	104,6	110 PN 6	0,874	80200,628	0,020	0,132
		6	18	0,011	0,207	4	1690	6760	33800	104,6	110 PN 6	1,093	100250,785	0,019	0,198
		7	18	0,011	0,207	4	1690	6760	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		8	18	0,011	0,207	4	1690	6760	47320	118,8	125 PN 6	1,186	123575,126	0,018	0,197
		9	18	0,011	0,207	4	1690	6760	54080	133	140 PN 6	1,081	126150,161	0,018	0,145
		10	18	0,011	0,207	4	1690	6760	60840	133	140 PN 6	1,216	141918,931	0,018	0,180
		11	18	0,011	0,207	4	1690	6760	67600	133	140 PN 6	1,352	157687,701	0,017	0,219
		12	18	0,011	0,207	4	1690	6760	74360	152	160 PN 6	1,138	151774,412	0,017	0,136
		13	18	0,011	0,207	4	1690	6760	81120	152	160 PN 6	1,242	165572,086	0,017	0,159
		14	18	0,011	0,207	4	1690	6760	87880	152	160 PN 6	1,345	179369,760	0,017	0,185
		15	18	0,011	0,207	4	1690	6760	94640	152	160 PN 6	1,449	193167,434	0,017	0,212
		16	18	0,011	0,207	4	1690	6760	101400	171,2	180 PN 6	1,224	183754,067	0,017	0,134
		17	18	0,011	0,207	4	1690	6760	108160	171,2	180 PN 6	1,305	196004,339	0,017	0,151
		18	18	0,011	0,207	4	1690	6760	114920	171,2	180 PN 6	1,387	208254,610	0,016	0,169
		19	18	0,011	0,207	4	1690	6760	121680	171,2	180 PN 6	1,468	220504,881	0,016	0,188
		20	18	0,011	0,207	4	1690	6760	128440	171,2	180 PN 6	1,550	232755,152	0,016	0,208
		21	18	0,011	0,207	4	1690	6760	135200	171,2	180 PN 6	1,631	245005,423	0,016	0,229
		22	18	0,011	0,207	4	1690	6760	141960	190,2	200 PN 6	1,388	231557,176	0,016	0,149
		23	18	0,011	0,207	4	1690	6760	148720	190,2	200 PN 6	1,454	242583,708	0,016	0,163
		24	18	0,011	0,207	4	1690	6760	155480	190,2	200 PN 6	1,520	253610,240	0,016	0,177
		25	18	0,011	0,207	4	1690	6760	162240	190,2	200 PN 6	1,586	264636,773	0,016	0,191

		26	18	0,011	0,207	4	1690	6760	169000	190,2	200 PN 6	1,652	275663,305	0,016	0,206
		27	18	0,011	0,207	4	1690	6760	175760	190,2	200 PN 6	1,718	286689,837	0,016	0,222
		28	18	0,011	0,207	4	1690	6760	182520	237,6	250 PN 6	1,143	238323,457	0,016	0,080
		29	18	0,011	0,207	4	1690	6760	189280	237,6	250 PN 6	1,186	247150,252	0,016	0,085
															5,046

Módulo	Tramo	Longitud	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	K	μ	v	Re	f	HR
M6	Hasta M6R1	70	398840	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,49869618	520780,888	0,014201453	1,331411444
	Hasta M6R2	66	196040	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,228172699	255977,0467	0,015640307	0,334012441
											1,66542389

Y estas son las pérdidas que se producen en la tubería secundaria que alimenta las terciarias. Por lo que se establece que la presión necesaria a la entrada para el correcto funcionamiento del módulo es de **46,133 mca.**

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (l aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C7	C7-R1	1	18	0,013	0,231	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,013	0,231	3	1690	5070	8450	59	63 PN 6	0,859	44433,187	0,023	0,258
		3	18	0,013	0,231	3	1690	5070	13520	84,4	90 PN 6	0,671	49697,783	0,022	0,106
		4	18	0,013	0,231	4	1690	6760	20280	84,4	90 PN 6	1,007	74546,674	0,020	0,222
		5	18	0,013	0,231	4	1690	6760	27040	104,6	110 PN 6	0,874	80200,628	0,020	0,132
		6	18	0,013	0,231	4	1690	6760	33800	104,6	110 PN 6	1,093	100250,785	0,019	0,198

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

		7	18	0,013	0,231	4	1690	6760	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		8	18	0,013	0,231	4	1690	6760	47320	118,8	125 PN 6	1,186	123575,126	0,018	0,197
		9	18	0,013	0,231	4	1690	6760	54080	118,8	125 PN 6	1,355	141228,715	0,018	0,252
		10	18	0,013	0,231	4	1690	6760	60840	133	140 PN 6	1,216	141918,931	0,018	0,180
		11	18	0,013	0,231	4	1690	6760	67600	133	140 PN 6	1,352	157687,701	0,017	0,219
		12	18	0,013	0,231	4	1690	6760	74360	133	140 PN 6	1,487	173456,471	0,017	0,261
		13	18	0,013	0,231	4	1690	6760	81120	152	160 PN 6	1,242	165572,086	0,017	0,159
		14	18	0,013	0,231	4	1690	6760	87880	152	160 PN 6	1,345	179369,760	0,017	0,185
		15	18	0,013	0,231	4	1690	6760	94640	152	160 PN 6	1,449	193167,434	0,017	0,212
		16	18	0,013	0,231	4	1690	6760	101400	152	160 PN 6	1,552	206965,108	0,017	0,241
		17	18	0,013	0,231	4	1690	6760	108160	171,2	180 PN 6	1,305	196004,339	0,017	0,151
		18	18	0,013	0,231	4	1690	6760	114920	171,2	180 PN 6	1,387	208254,610	0,016	0,169
		19	18	0,013	0,231	4	1690	6760	121680	171,2	180 PN 6	1,468	220504,881	0,016	0,188
		20	18	0,013	0,231	4	1690	6760	128440	171,2	180 PN 6	1,550	232755,152	0,016	0,208
		21	18	0,013	0,231	4	1690	6760	135200	171,2	180 PN 6	1,631	245005,423	0,016	0,229
		22	18	0,013	0,231	4	1690	6760	141960	190,2	200 PN 6	1,388	231557,176	0,016	0,149
		23	18	0,013	0,231	4	1690	6760	148720	190,2	200 PN 6	1,454	242583,708	0,016	0,163
		24	18	0,013	0,231	4	1690	6760	155480	190,2	200 PN 6	1,520	253610,240	0,016	0,177
		25	18	0,013	0,231	4	1690	6760	162240	190,2	200 PN 6	1,586	264636,773	0,016	0,191
		26	18	0,013	0,231	4	1690	6760	169000	190,2	200 PN 6	1,652	275663,305	0,016	0,206
															5,083

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (l aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C7	C7-R2	1	18	0,014	0,250	3	1690	5070	5070	59	63 PN 6	0,515	26659,912	0,025	0,103
		2	18	0,014	0,250	4	1690	6760	11830	70,4	75 PN 6	0,844	52133,256	0,022	0,201
		3	18	0,014	0,250	4	1690	6760	18590	84,4	90 PN 6	0,923	68334,451	0,020	0,189
		4	18	0,014	0,250	4	1690	6760	25350	104,6	110 PN 6	0,819	75188,089	0,020	0,117
		5	18	0,014	0,250	3	1690	5070	30420	104,6	110 PN 6	0,983	90225,707	0,019	0,163
		6	18	0,014	0,250	3	1690	5070	35490	104,6	110 PN 6	1,147	105263,324	0,019	0,217
		7	18	0,014	0,250	3	1690	5070	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277

		8	18	0,014	0,250	3	1690	5070	45630	118,8	125 PN 6	1,143	119161,729	0,018	0,185
		9	18	0,014	0,250	3	1690	5070	50700	118,8	125 PN 6	1,271	132401,921	0,018	0,224
		10	18	0,014	0,250	3	1690	5070	55770	118,8	125 PN 6	1,398	145642,113	0,018	0,267
		11	18	0,014	0,250	3	1690	5070	60840	118,8	125 PN 6	1,525	158882,305	0,017	0,314
		12	18	0,014	0,250	3	1690	5070	65910	133	140 PN 6	1,318	153745,508	0,017	0,209
		13	18	0,014	0,250	3	1690	5070	70980	133	140 PN 6	1,419	165572,086	0,017	0,240
		14	18	0,014	0,250	3	1690	5070	76050	133	140 PN 6	1,521	177398,664	0,017	0,272
		15	18	0,014	0,250	3	1690	5070	81120	152	160 PN 6	1,242	165572,086	0,017	0,159
		16	18	0,014	0,250	3	1690	5070	86190	152	160 PN 6	1,319	175920,341	0,017	0,178
		17	18	0,014	0,250	3	1690	5070	91260	152	160 PN 6	1,397	186268,597	0,017	0,198
		18	18	0,014	0,250	3	1690	5070	96330	152	160 PN 6	1,475	196616,852	0,017	0,219
		19	18	0,014	0,250	3	1690	5070	101400	152	160 PN 6	1,552	206965,108	0,017	0,241
		20	18	0,014	0,250	3	1690	5070	106470	152	160 PN 6	1,630	217313,363	0,016	0,263
		21	18	0,014	0,250	3	1690	5070	111540	171,2	180 PN 6	1,346	202129,474	0,016	0,160
		22	18	0,014	0,250	3	1690	5070	116610	171,2	180 PN 6	1,407	211317,178	0,016	0,174
		23	18	0,014	0,250	3	1690	5070	121680	171,2	180 PN 6	1,468	220504,881	0,016	0,188
		24	18	0,014	0,250	3	1690	5070	126750	171,2	180 PN 6	1,529	229692,584	0,016	0,203
															4,961

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C7	C7-R3	1	18	0,017	0,300	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,017	0,300	4	1690	6760	10140	59	63 PN 6	1,030	53319,824	0,022	0,360
		3	18	0,017	0,300	4	1690	6760	16900	84,4	90 PN 6	0,839	62122,228	0,021	0,159
		4	18	0,017	0,300	3	1690	5070	21970	84,4	90 PN 6	1,091	80758,897	0,020	0,257
		5	18	0,017	0,300	3	1690	5070	27040	84,4	90 PN 6	1,343	99395,565	0,019	0,376
		6	18	0,017	0,300	3	1690	5070	32110	104,6	110 PN 6	1,038	95238,246	0,019	0,180
		7	18	0,017	0,300	3	1690	5070	37180	104,6	110 PN 6	1,202	110275,864	0,019	0,236
		8	18	0,017	0,300	3	1690	5070	42250	104,6	110 PN 6	1,366	125313,481	0,018	0,299
		9	18	0,017	0,300	3	1690	5070	47320	104,6	110 PN 6	1,530	140351,099	0,018	0,368

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

		10	18	0,017	0,300	3	1690	5070	52390	118,8	125 PN 6	1,313	136815,318	0,018	0,238
		11	18	0,017	0,300	3	1690	5070	57460	118,8	125 PN 6	1,440	150055,510	0,018	0,282
		12	18	0,017	0,300	3	1690	5070	62530	118,8	125 PN 6	1,567	163295,702	0,017	0,330
		13	18	0,017	0,300	3	1690	5070	67600	133	140 PN 6	1,352	157687,701	0,017	0,219
		14	18	0,017	0,300	3	1690	5070	72670	133	140 PN 6	1,453	169514,279	0,017	0,250
		15	18	0,017	0,300	3	1690	5070	77740	133	140 PN 6	1,554	181340,856	0,017	0,283
		16	18	0,017	0,300	3	1690	5070	82810	133	140 PN 6	1,656	193167,434	0,017	0,319
		17	18	0,017	0,300	3	1690	5070	87880	152	160 PN 6	1,345	179369,760	0,017	0,185
		18	18	0,017	0,300	3	1690	5070	92950	152	160 PN 6	1,423	189718,015	0,017	0,205
		19	18	0,017	0,300	3	1690	5070	98020	152	160 PN 6	1,500	200066,271	0,017	0,226
		20	18	0,017	0,300	3	1690	5070	103090	152	160 PN 6	1,578	210414,526	0,017	0,248
															5,173

Módulo	Tramo	Longitud	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	K	μ	v	Re	f	HR
M7	Hasta M7R1	60	108160	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	0,677612523	141228,7154	0,017237825	0,101871132
	Hasta M7R2	54	239980	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,503452786	313351,2123	0,015182023	0,397518689
	Hasta M7R3	66	463060	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,901028616	604635,4378	0,013956444	1,662942737
											2,16233256

Y estas son las pérdidas que se producen en la tubería secundaria que alimenta las terciarias. Por lo que se establece que la presión necesaria a la entrada para el correcto funcionamiento del módulo es de **46,75 mca.**

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C8	C8-R1	1	18	0,020	0,353	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,020	0,353	3	1690	5070	8450	59	63 PN 6	0,859	44433,187	0,023	0,258
		3	18	0,020	0,353	3	1690	5070	13520	70,4	75 PN 6	0,965	59580,864	0,021	0,257
		4	18	0,020	0,353	3	1690	5070	18590	70,4	75 PN 6	1,327	81923,688	0,020	0,459
		5	18	0,020	0,353	3	1690	5070	23660	84,4	90 PN 6	1,175	86971,119	0,020	0,294
		6	18	0,020	0,353	3	1690	5070	28730	84,4	90 PN 6	1,426	105607,788	0,019	0,420
		7	18	0,020	0,353	3	1690	5070	33800	104,6	110 PN 6	1,093	100250,785	0,019	0,198
		8	18	0,020	0,353	3	1690	5070	38870	104,6	110 PN 6	1,256	115288,403	0,019	0,256
		9	18	0,020	0,353	3	1690	5070	43940	104,6	110 PN 6	1,420	130326,021	0,018	0,321
		10	18	0,020	0,353	3	1690	5070	49010	104,6	110 PN 6	1,584	145363,638	0,018	0,393
		11	18	0,020	0,353	3	1690	5070	54080	118,8	125 PN 6	1,355	141228,715	0,018	0,252
		12	18	0,020	0,353	3	1690	5070	59150	118,8	125 PN 6	1,482	154468,907	0,018	0,298
		13	18	0,020	0,353	3	1690	5070	64220	118,8	125 PN 6	1,609	167709,100	0,017	0,347
		14	18	0,020	0,353	3	1690	5070	69290	133	140 PN 6	1,385	161629,894	0,017	0,229
		15	18	0,020	0,353	3	1690	5070	74360	133	140 PN 6	1,487	173456,471	0,017	0,261
		16	18	0,020	0,353	3	1690	5070	79430	133	140 PN 6	1,588	185283,049	0,017	0,295
		17	18	0,020	0,353	3	1690	5070	84500	133	140 PN 6	1,690	197109,626	0,017	0,331
															5,023

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C8	C8-R2	1	18	0,024	0,429	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,024	0,429	3	1690	5070	8450	59	63 PN 6	0,859	44433,187	0,023	0,258
		3	18	0,024	0,429	3	1690	5070	13520	70,4	75 PN 6	0,965	59580,864	0,021	0,257
		4	18	0,024	0,429	4	1690	6760	20280	70,4	75 PN 6	1,447	89371,296	0,020	0,539

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

		5	18	0,024	0,429	3	1690	5070	25350	84,4	90 PN 6	1,259	93183,342	0,019	0,334
		6	18	0,024	0,429	3	1690	5070	30420	84,4	90 PN 6	1,510	111820,011	0,019	0,467
		7	18	0,024	0,429	3	1690	5070	35490	84,4	90 PN 6	1,762	130456,679	0,018	0,621
		8	18	0,024	0,429	3	1690	5070	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		9	18	0,024	0,429	3	1690	5070	45630	104,6	110 PN 6	1,475	135338,560	0,018	0,344
		10	18	0,024	0,429	3	1690	5070	50700	104,6	110 PN 6	1,639	150376,178	0,018	0,418
		11	18	0,024	0,429	3	1690	5070	55770	118,8	125 PN 6	1,398	145642,113	0,018	0,267
		12	18	0,024	0,429	3	1690	5070	60840	118,8	125 PN 6	1,525	158882,305	0,017	0,314
		13	18	0,024	0,429	3	1690	5070	65910	118,8	125 PN 6	1,652	172122,497	0,017	0,364
		14	18	0,024	0,429	3	1690	5070	70980	118,8	125 PN 6	1,779	185362,689	0,017	0,417
															5,031

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (l aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C8	C8-R3	1	18	0,033	0,600	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,033	0,600	3	1690	5070	8450	46,8	50 PN 6	1,364	56016,197	0,022	0,800
		3	18	0,033	0,600	4	1690	6760	15210	59	63 PN 6	1,545	79979,736	0,020	0,756
		4	18	0,033	0,600	3	1690	5070	20280	70,4	75 PN 6	1,447	89371,296	0,020	0,539
		5	18	0,033	0,600	3	1690	5070	25350	84,4	90 PN 6	1,259	93183,342	0,019	0,334
		6	18	0,033	0,600	3	1690	5070	30420	84,4	90 PN 6	1,510	111820,011	0,019	0,467
		7	18	0,033	0,600	3	1690	5070	35490	84,4	90 PN 6	1,762	130456,679	0,018	0,621
		8	18	0,033	0,600	2	1690	3380	38870	104,6	110 PN 6	1,256	115288,403	0,019	0,256
		9	18	0,033	0,600	3	1690	5070	43940	104,6	110 PN 6	1,420	130326,021	0,018	0,321
		10	18	0,033	0,600	3	1690	5070	49010	104,6	125 PN 6	1,584	145363,638	0,018	0,393
															4,641

módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C8	C8-R4	1	18	0,048	0,857	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,048	0,857	3	1690	5070	8450	46,8	50 PN 6	1,364	56016,197	0,022	0,800
		3	18	0,048	0,857	3	1690	5070	13520	59	63 PN 6	1,374	71093,099	0,021	0,609
		4	18	0,048	0,857	2	1690	3380	16900	59	63 PN 6	1,717	88866,374	0,020	0,918
		5	18	0,048	0,857	2	1690	3380	20280	70,4	75 PN 6	1,447	89371,296	0,020	0,539
		6	18	0,048	0,857	4	1690	6760	27040	70,4	75 PN 6	1,930	119161,729	0,019	0,918
		7	18	0,048	0,857	3	1690	5070	32110	84,4	90 PN 6	1,594	118032,234	0,019	0,516
															4,453
módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C8	C8-R5	1	18	0,167	3,000	2	1690	3380	3380	46,8	50 PN 6	0,546	22406,479	0,026	0,153
		2	18	0,167	3,000	3	1690	5070	8450	46,8	50 PN 6	1,364	56016,197	0,022	0,800
															0,953
módulo	submódulo	Tramo	Longitud	J (m/m)	hr admisibles	nº aspersores	Q (1 aspersor)	Q parcial	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	v	Re	f	HR
C8	C8-R6	1	18	0,016	0,286	4	1690	6760	6760	59	63 PN 6	0,687	35546,550	0,024	0,173
		2	18	0,016	0,286	4	1690	6760	13520	70,4	75 PN 6	0,965	59580,864	0,021	0,257
		3	18	0,016	0,286	4	1690	6760	20280	84,4	90 PN 6	1,007	74546,674	0,020	0,222
		4	18	0,016	0,286	4	1690	6760	27040	84,4	90 PN 6	1,343	99395,565	0,019	0,376
		5	18	0,016	0,286	4	1690	6760	33800	104,6	110 PN 6	1,093	100250,785	0,019	0,198
		6	18	0,016	0,286	4	1690	6760	40560	104,6	110 PN 6	1,311	120300,942	0,018	0,277
		7	18	0,016	0,286	4	1690	6760	47320	118,8	125 PN 6	1,186	123575,126	0,018	0,197
		8	18	0,016	0,286	4	1690	6760	54080	118,8	125 PN 6	1,355	141228,715	0,018	0,252
		9	18	0,016	0,286	4	1690	6760	60840	118,8	125 PN 6	1,525	158882,305	0,017	0,314
		10	18	0,016	0,286	4	1690	6760	67600	133	140 PN 6	1,352	157687,701	0,017	0,219

Anejo 9.-Cálculo hidráulico de los sistemas de riego.

		11	18	0,016	0,286	3	1690	5070	72670	133	140 PN 6	1,453	169514,279	0,017	0,250
		12	18	0,016	0,286	4	1690	6760	79430	133	140 PN 6	1,588	185283,049	0,017	0,295
		13	18	0,016	0,286	3	1690	5070	84500	133	140 PN 6	1,690	197109,626	0,017	0,331
		14	18	0,016	0,286	3	1690	5070	89570	152	160 PN 6	1,371	182819,178	0,017	0,191
		15	18	0,016	0,286	3	1690	5070	94640	152	160 PN 6	1,449	193167,434	0,017	0,212
		16	18	0,016	0,286	3	1690	5070	99710	152	160 PN 6	1,526	203515,689	0,017	0,233
		17	18	0,016	0,286	3	1690	5070	104780	152	160 PN 6	1,604	213863,945	0,016	0,256
		18	18	0,016	0,286	3	1690	5070	109850	152	160 PN 6	1,682	224212,200	0,016	0,279
		19	18	0,016	0,286	3	1690	5070	114920	171,2	180 PN 6	1,387	208254,610	0,016	0,169
		20	18	0,016	0,286	2	1690	3380	118300	171,2	180 PN 6	1,428	214379,745	0,016	0,178
		21	18	0,016	0,286	3	1690	5070	123370	171,2	180 PN 6	1,489	223567,449	0,016	0,193
															5,072

Módulo	Tramo	Longitud	Q acumulado	D (mm)	Tub.comercial	K	μ	v	Re	f	HR
M8	Hasta M8R1	56	392080	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	2,456345397	511954,0933	0,014230705	1,031449261
	Hasta M8R2	47	302510	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,895197526	394999,0634	0,014705867	0,532539725
	Hasta M8R3	70	226460	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,418751221	295697,6229	0,015309285	0,462721854
	Hasta M8R4	53	172380	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	1,079944959	225083,2652	0,015953312	0,211536119
	Hasta M8R5	13	135200	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	0,847015654	176535,8942	0,016592515	0,033196555
	Hasta M8R6	13	135200	237,6	250 PN 6	0,02	1,14E-06	0,847015654	176535,8942	0,016592515	0,033196555
											2,30464007

Y estas son las pérdidas que se producen en la tubería secundaria que alimenta las terciarias. Por lo que se establece que la presión necesaria a la entrada para el correcto funcionamiento del módulo es de **46,791 mca.**

La presión necesaria al comienzo de cada módulo se ha calculado sumando a la presión de funcionamiento de los aspersores (34,5 mca) las pérdidas de carga que se producen en el módulo (las del tramo más desfavorable si está compuesto por submodulos), más las pérdidas de carga singulares (tes, codos, collarines, etc.), y las del porta-aspersor.

Así pues las presiones necesarias al principio cada módulo se recogen en la siguiente tabla resumen:

Módulo	Presión necesaria en origen (mca)
1	46,772
2	47,774
3	48,591
4	46,601
5	46,139
6	46,133
7	46,75
8	46,791

Estas presiones necesarias al inicio de cada módulo son menos a 60 m.c.a., por lo que será suficiente la instalación de tuberías con timbraje 0,6 m.c.a. Dada que la presión en la tubería primaria es mayor a 60 m.c.a. se hace necesaria la instalación de válvulas reguladoras de presión a la entrada de cada módulo, las cuales estarán taradas entre 50 y 60 m.c.a. en función de la presión necesaria en cada módulo.

5.- CALCULO HIDRAULICO DEL RIEGO LOCALIZADO.

La parcela destinada al riego localizado se divide en dos subparcelas de unas superficies aproximadamente iguales y en torno a las 16 hectáreas. Son en total dos módulos alimentados por una terciaria cada uno.

La longitud de los laterales o ramales van variando dependiendo del contorno de la parcela.

Para calcular la presión necesaria a la entrada de cualquiera de los módulos de los que esta compuesta la parcela, se debe calcular en primer lugar la presión necesaria a la entrada de uno de los ramales porta goteros que componen dicho módulo.

La longitud de los laterales o ramales van variando dependiendo del contorno de la parcela.

Los datos necesarios para el cálculo hidráulico de las pérdidas de carga en los laterales son:

- La presión mínima de trabajo de estos goteros autocompensantes es de 3mca.
- La presión máxima de trabajo de estos goteros autocompensantes es de 40 mca.
- La presión nominal de funcionamiento se toma como referencia en 25 mca.
- La separación entre laterales (S_o) es de 0,8 m. La separación entre emisores (S_e) es de 0,4 m.
- El diámetro nominal es de 25 mm y diámetro interior 22,4 mm.
- El caudal del emisor es de 1,2 l/h

5.1.- PERDIDAS DE CARGA EN LOS RAMALES PORTAGOTEROS.

El lateral que se toma como base es el más desfavorable, debido a su mayor número de emisores, por lo tanto mayor necesidad de agua, y más alejado de su tubería terciaria suministradora.

Este lateral tiene una longitud de 308,66 metros de longitud, tiene insertados 772 emisores y el caudal que ha de transportar es de 926,4L/h.

Antes de empezar a calcular las pérdidas de carga es conveniente establecer el criterio de cómo se reparte la tolerancia de presión máxima admisible entre el lateral y la terciaria. De esta forma:

- $DH_{lat} = 0,55 \cdot DH_{total} = 0,55 \cdot 25 = 13,75 \text{ mca.}$
- $DH_{ter} = 0,45 \cdot DH_{total} = 0,45 \cdot 25 = 11,25 \text{ mca.}$

Una vez determinado este reparto, se pasan a determinar las pérdidas de carga unitaria a lo largo del lateral mediante la fórmula propuesta por Cruciani para tuberías de polietileno.

$$J = 0,592 \cdot \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}$$

Donde:

- Q: caudal del lateral, en L/h.
- D: diámetro del lateral, en mm.

De esta forma se obtiene la pérdida de carga unitaria:

$$J = 0,592 \cdot \frac{926,4^{1,75}}{22,4^{4,75}} = 0,036 \text{ m/m}$$

El efecto de la conexión emisor-lateral ocasiona una pérdida de carga cuyo valor depende de las características de la conexión y del diámetro del lateral. A efectos de cálculo, las conexiones se pueden sustituir por una longitud equivalente de tubería (L_{eq}).

Esta longitud se calcula con la expresión dada por Montalvo, que es: $L_{eq} = 18,91 \cdot d^{-1,87}$. Sustituyendo en la anterior resulta un valor de 0,09.

Así pues, la pérdida de carga unitaria incluido el efecto de las conexiones (J') se obtiene mayorando la que se produciría de no existir conexiones (J), según la siguiente expresión:

$$J' = J \cdot \frac{S + L_{eq}}{S}$$

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión anterior da un resultado de $J' = 0,044 \text{ m/m}$.

La pérdida de carga en el lateral, de mayor longitud, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$h_f = J' \cdot F \cdot L$$

Donde:

- J' : Pérdida de carga unitaria.
- L: Longitud del ramal.

- F: Factor de Christiansen. Valor tabulado en función del número de emisores, la relación entre la separación entre laterales y emisores y en función del coeficiente m. En este caso $F = 0,364$.

De esta forma el resultado es:

$$h_f = 0,044 \cdot 0,364 \cdot 308,66 = \underline{\underline{4,94 \text{ mca.}}}$$

Como puede verse, el valor obtenido (4,94 mca) es menor que el admisible (13,75 mca).

5.2.- PRESIÓN NECESARIA AL INICIO DEL LATERAL.

Se obtiene a partir de la expresión:

$$P_0 = P_n + \alpha Z_{\text{lat}} + \beta h_{f \text{ lat}}$$

Donde:

- P_n : Presión media en el lateral, en mca.
- α y β : Coeficientes adimensionales, dados por:

$$\alpha = \frac{n+1}{2n} \quad \beta = \frac{m+1}{m+2}$$

- Z_{lat} : Desnivel de la tubería del lateral, en m.
- h_f : Pérdida de carga en el lateral, en mca.

Así pues:

$$P_0 = 25 + 0,514 (-4) + 0,73 \cdot 4,94 = 26,55 \text{ mca.}$$

5.3.- CALCULO DE LAS TUBERÍAS TERCIARIAS.

Para el cálculo de las tuberías terciarias de cada módulo se tienen disponibles unas pérdidas de carga de 11,25 mca. Estas tuberías van a tener una longitud de 589 metros por módulo y van a estar compuestas por una tubería de polietileno.

De esta forma la pérdida de carga unitaria (J) es de 0,0191 m/m. Utilizando la otra vez la fórmula de Cruciani y para un caudal por módulo de 420600 L/h, se obtiene el diámetro teórico de 257,58 mm.

De esta forma se adopta el diámetro comercial superior que es el de PE de 315 mm de diámetro, cuyo diámetro interior es de 277,6 mm.

La pérdida de carga que origina este diámetro, volviendo aplicar Cruciani, es de 7,88 mca.

Una vez conocidas las pérdidas de la terciaria, se puede pasar a determinar la presión necesaria al inicio de ésta, mediante la expresión:

$$P_{oTT} = P_{lat} + h_{tt} + h_v$$

Donde:

- P_{lat} : Presión necesaria para el lateral de riego más exigente, en mca.
- h_{tt} : Pérdidas de carga en la terciaria, en mca.
- h_v : Pérdidas de carga en la válvula, en mca.

Así pues:

$$P_{oTT} = 26,55 + 7,88 + 0,9 = 35,33 \text{ mca}$$

6.- MOVIMIENTO DE TIERRAS.

La instalación de una red fija de tuberías en un riego por aspersión conlleva un movimiento de tierra. Los volúmenes de tierra a mover variaran en función de la tubería a colocar y de las longitudes de los tramos.

De este modo, los movimientos de tierra se calculan tramo a tramo para las tuberías colocadas en toda la finca.

6.1.- DEFINICIÓN DE LAS ZANJAS.

Para la colocación de las tuberías en el terreno se hace necesaria la excavación de una zanja y cuyas dimensiones varían en función del diámetro a colocar. Las dimensiones correspondientes se muestran en la siguiente tabla:

Diámetro exterior de la tubería (mm)	Anchura de la zanja (m)	Profundidad de la zanja (m)
Ø £ 200	Ø (m) + 0,6	Ø (m) + 0,9
Ø > 200	Ø (m) + 0,7	Ø (m) + 0,9

La sección tipo de la tubería se compone de una cama de arena de espesor 10 + Ø/10 (cm). Desde la generatriz inferior hasta 30 cm por encima de la generatriz superior, se rellenará con material seleccionado de tamaño menor de 2 cm. La parte superior se rellena con material procedente de la excavación.

6.2.- EXCAVACIÓN DE LA ZANJA DE LOS LATERALES Y TERCIARIAS.

Se calculan los volúmenes de tierra a mover para cada parcela y para cada tipo de tubería.

De la misma forma los laterales o ramales de riego que se componen en su totalidad por PEBD Ø32 ha sido inyectado por medio de un oruga subsolador, a una profundidad de 0,7 metros. Los resultados son los siguientes:

	Total(m)
Metros de PEBD Ø32 inyectados	24.045

6.3.- EXCAVACION DE LA ZANJA PARA LAS TUBERÍAS.

Tubería	Longitud (m)	Anchura (m)	Profundidad(m)	Volumen(m3)
PVC 50	468	0,650	0,95	288,99
PVC 63	540	0,663	0,963	344,77326
PVC 75	486	0,675	0,975	319,84875
PVC 90	1008	0,690	0,99	688,5648
PVC 110	1242	0,710	1,01	890,6382
PVC 125	1008	0,725	1,025	749,07
PVC 140	1116	0,740	1,04	858,8736
PVC 160	1062	0,760	1,06	855,5472
PVC 180	972	0,780	1,08	818,8128
PVC 200	738	0,800	1,2	708,48
PVC 250	844	0,950	1,25	1002,25
TOTAL				7525,84861

6.4.- RESUMEN DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS.

En este apartado se resumen los metros totales de PEBD Ø 32 inyectados, que dan un total de 24.045 metros; y los metros cúbicos que se han excavado de zanja en toda la finca, y son 7525,85 m3.

Puesta en regadío por cobertura total enterrada y goteo de 94,22 ha en la localidad de La Cartuja de Monegros (Huesca)

1.- INTRODUCCIÓN.

Los elementos singulares que se disponen a lo largo de la red de riego tienen la misión de control y regulación de los caudales circulantes así como el control y mantenimiento de la presión en la red de riego, el filtrado y la evacuación de aire.

2.- ELEMENTOS SINGULARES DE LA RED DE RIEGO.

2.1.- VÁLVULAS DE VENTOSA.

Son válvulas de protección que se disponen en las tuberías a presión para evacuar o incorporar aire en las mismas. El tipo de válvula ventosa elegido es la válvula de doble efecto o trifuncional. Este tipo de válvula es capaz de realizar hasta tres funciones:

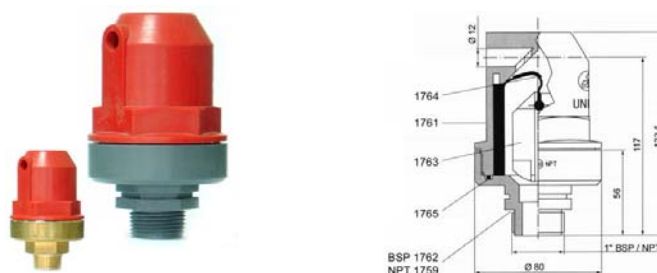
- Expulsar aire contenido en la conducción.
- Admitir aire durante el vaciado de la conducción.
- Expulsar pequeñas cantidades de aire que se acumulan en la conducción al ser liberadas por el agua.

Este tipo de ventosas poseen dos orificios para la evacuación y admisión de aire y uno o dos flotadores. Durante el llenado de las tuberías el agua va empujando al aire que se evacua a la atmósfera a través del orificio grande. El otro orificio, mucho más pequeño permanece cerrado durante este proceso.

Cuando la tubería se llena completamente, los dos orificios se cierran por la acción del agua sobre él o los flotadores. Una vez la instalación ha alcanzado la presión normal de trabajo, el aire que se acumula en la válvula ventosa va siendo evacuado a través del orificio más pequeño.

El orificio mayor permanece cerrado completamente y no se vuelve a abrir hasta que el sistema es drenado o aparece una presión negativa. En tal caso el flotador del orificio mayor caerá inmediatamente, abriendo el orificio y permitiendo la entrada de aire a la tubería.

En este momento la válvula ventosa está nuevamente lista para evacuar aire otra vez. Este ciclo se repetirá tantas veces como sea necesario.



2.1.1.- DIMENSIONADO DE LA VÁLVULA VENTOSA.

Para la elección del diámetro de la ventosa se tiene en cuenta el diámetro de la tubería, el caudal trasegado por la misma, la presión de funcionamiento y la función a realizar. Relacionando el diámetro de la tubería con el diámetro de la ventosa se tiene:

Diámetro tubería (mm)	Diámetro ventosa (pulgadas)
< 100	3/4
100-150	1
150-250	1 1/2
250-400	3

Los criterios que se han tenido en cuenta para la localización de las ventosas son los siguientes:

- En los puntos de la red en los que la línea de corriente varía respecto a la línea piezométrica de la tubería.
- En los “picos” o “puntos convexos” de la red.
- Puntos finales de tubería en alto.
- A la entrada de instrumentos de medición (contadores).
- Depresiones en la línea de corriente.
- En cada una de las piezas especiales en derivación para las válvulas hidráulicas de los diferentes sectores.

Para la correcta instalación de las válvulas ventosa se recomienda la colocación de una válvula manual de bola antes de la misma para poder desmontar la ventosa en caso de reparación o comprobación sin afectar al funcionamiento de la instalación.

2.2.- TOMAS DE RIEGO.

La conexión de la red general con el sistema de riego utilizado en la parcela se realiza mediante tomas de riego.

La toma de riego tipo que abastece a la parcela está compuesta por:

- Válvula hidráulica, la cual consta de:
 - Regulador mecánico de presión
 - Limitador mecánico de caudal
 - Contador o caudalímetro incorporado.
- Carrete de ajuste
- Válvula de mariposa
- Filtro de mallas.

Todo el conjunto de piezas va alojado en una arqueta prefabricada de hormigón.

El tipo de toma utilizado, normalizado según el caudal, son:

Toma de 60 a 432 m³/h

El diámetro de la válvula elegida para la toma es:

Toma de 60 a 432 m³/h \Rightarrow válvula de 8"

2.3.- VÁLVULAS DE MARIPOSA.

Se han colocado válvulas de mariposa, todas las necesarias para dejar aislado un tramo de la red de distribución con objeto de aislar los ramales de la red para así poder regar en caso de avería.

Las válvulas de mariposa se colocarán del mismo diámetro al que corresponda la tubería en las cuales se han de colocar. Las válvulas van alojadas en arquetas prefabricadas de hormigón.

2.4.- VÁLVULAS HIDRÁULICAS.

Una de las principales funciones va a ser poder abrir y cerrar el paso del agua a un módulo de riego determinado, para lo cual se ha de instalar una válvula en cada conexión de cada módulo con la tubería secundaria.

Se ha elegido la válvula hidráulica con diafragma de caucho natural, con cuerpo de hierro fundido con recubrimiento de poliéster, que abre y cierra la válvula mediante la presión del agua existente en la red. Su simplicidad de construcción elimina prácticamente el mantenimiento.

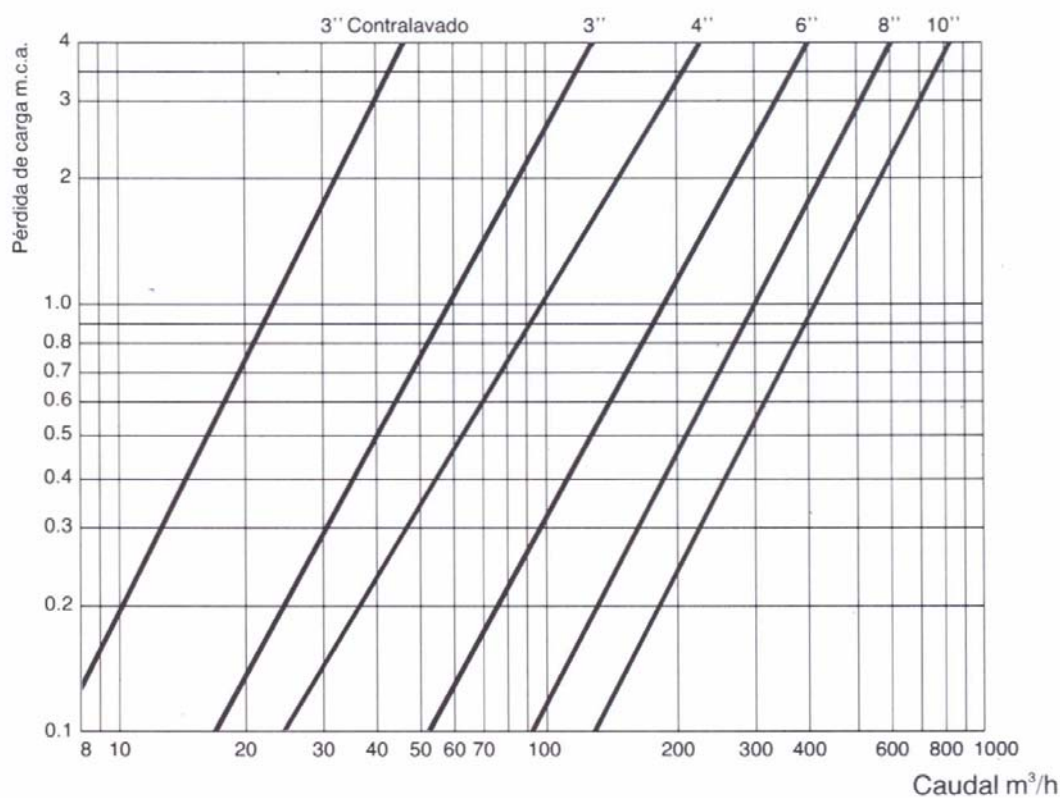
Algunas ventajas de estas válvulas son:

- Mínima pérdida de carga
- Fácil instalación y mantenimiento.
- Cierre gradual y hermético, sin provocar golpes de ariete
- Pocos componentes.
- Diversas alternativas de control: manual, hidráulico, eléctrico, regulación de presión, regulación de caudal, regulación de nivel, medición de caudal.



Estas válvulas se encuentran en una amplia gama, diferenciándose en una serie de características. Se presenta como ejemplo las características técnicas de una válvula de 6" y 8":

Características técnicas de válvulas hidráulicas de hierro fundido.			
Diametro	3"	6"	10"
Presión máxima de trabajo (atm)	16	16	16
Presión mínima de trabajo (atm)	1	1	1
Q máximo (m3/h)	90	300	800
Q mínimo (m3/h)	20	50	80
Longitud (mm)	282	387	535
Altura (mm)	192	280	410
Conexión	Bridas 3"	Bridas 6"	Bridas 10"
Pérdidas de carga (mca)	0.6	0.5	0.5



2.6.- VÁLVULAS DE ESFERA.

Se instalan válvulas de esfera de dos materiales:

Válvulas de esfera de PVC: para la instalación de fertirrigación serán necesarias una por cada depósito y además las necesarias para dirigir el fertilizante por las tuberías correspondientes. Están fabricadas en PVC y son de accionamiento manual. Se podrán instalar válvulas hidráulicas de 2" en caso de necesidad de automatismo total en el cabezal de riego.



Válvulas de esfera metálicas. Fabricadas en latón niquelado, se colocarán una delante de cada válvula de ventosa y otra en cada aspersor que por algún motivo requiera su cierre temporal, (proximidad a caminos, edificaciones, etc.). Al igual que las anteriores son de accionamiento manual.



2.7.- DESAGÜES.

2.7.1.- DESAGÜES DE LA RED DE RIEGO.

Para el vaciado de la red o de tramos aislados se han colocado desagües a lo largo de la red de distribución. En su colocación se ha tenido en cuenta que estuvieran situados en los puntos terminales de los perfiles de las tuberías descendentes y en los "mínimos" de dicho perfil. También se tiene en cuenta que exista una zona para su desagüe por gravedad. Con la colocación de desagües se permite el vaciado y limpiado de la tubería mediante el escape violento de agua a través de estas válvulas.

Las dimensiones dependen del diámetro de la tubería y están compuestos por una válvula de esfera y una arqueta.

2.7.2.- DESAGÜES FIN DE TRAMO.

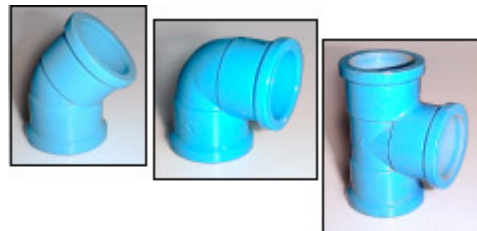
Al final de cada tramo de la tubería terciaria de cada módulo se colocará una prolongación de la misma con salida al exterior consistente en doble codo 90° con 1 m. de tubería de 50 mm. de diámetro, con tape final macho roscado; todo en PVC.

Este desagüe permite la expulsión de elementos extraños de la red durante los primeros riegos al comenzar la campaña de riego para evitar obturaciones en los emisores, al igual que el vaciado de la red en caso de ser necesario.



2.8.- CODOS.

Los codos son piezas especiales destinadas a conseguir las alineaciones de la tubería deseadas. Dependiendo de la curva que describa la tubería se colocan codos de 45 o 90°.



2.9.-REDUCCIONES.

Los cambios de sección de la tubería a lo largo de la red se consiguen mediante la colocación de piezas tronco-cónicas que sirven de conexión entre las tuberías de distinto diámetro.

La relación entre la longitud de la pieza y la diferencia entre los diámetros de las tuberías tiene que ser lo mayor posible para reducir las pérdidas de carga singulares en estos elementos.



2.10.- PIEZAS DE DERIVACIÓN.

La división de la vena líquida circulante por la tubería se consigue mediante la colocación de piezas en “T” e “Y” y cruces. Dependiendo del diámetro y la posición pueden necesitar anclajes especiales.

Las piezas en “T”, “Y” y cruces utilizadas en la red de riego son del mismo material que las tuberías en las que van colocadas.

3.- ANCLAJES.

En determinados puntos de la red como son los cambios de sección, cambios de dirección, derivaciones en té y tapones terminales se producen empujes en la tubería debido a la presión hidrostática. Para evitar el desplazamiento de la tubería en estos puntos, así como en los tramos con pendiente elevada, se han colocado macizos de hormigón que sirven de anclaje a la conducción.

Para el diseño de los anclajes según su finalidad se ha seguido la norma NTE relacionada con las instalaciones de abastecimiento. La fuerza de reacción del agua es la que debe calcularse para establecer las dimensiones de los macizos de hormigón que impidan los desplazamientos de la tubería. Los macizos son de hormigón HA-250 armado con acero B-500S.

Los puntos de la red en los que se prevén desplazamientos de la tubería son:

- Codos y reducciones
- Llaves de paso
- Piezas especiales en T

En la norma relativa a los anclajes para las tuberías se describen las dimensiones de los mismos para diámetros de la tubería ≤ 400 mm. Para el resto de los diámetros, en este caso 500, 560 y 600 se utiliza la fórmula siguiente para el cálculo del empuje:

$$F = K \times P \times S$$

Siendo:

- F = empuje en Kp.
- K = coeficiente según la dirección
- P = presión interior de prueba 1,4 (Presión de trabajo en Kp/cm²)
- S = sección interna del tubo en cm²

Las dimensiones del elemento de anclaje se obtienen a partir de la siguiente fórmula:

$$F = A(($$

Siendo:

- F = empuje en Kg
- A = superficie del anclaje en contacto con el terreno en cm²
- (= Resistencia del terreno en Kg/cm² (2 Kg/cm²)

Las dimensiones de los elementos de anclaje son las siguientes:

Piezas especiales en T

Las dimensiones de los anclajes de hormigón y la disposición de las armaduras necesarias son las que se indican en la siguiente tabla:

Diámetro (mm)	Dimensiones en cm				Posición de las armaduras	
	A	B	C	E	1(Ø)	2(n-Ø)
90	60	40	30	15	10	2-10
110	70	45	30	15	10	4-10
125	80	50	35	15	10	4-10
140	80	50	35	15	10	4-10
160	90	60	35	15	10	4-10
180	100	65	40	15	10	4-10
200	110	65	40	15	12	4-12
250	140	70	40	15	12	6-12
315	150	80	45	15	12	8-12
355	160	90	50	25	12	8-12
400	170	95	55	25	12	10-12
500	220	105	60	25	12	12-12
560	250	105	60	25	14	12 14
600	270	110	65	25	14	12 14

Codo y reducción.

Para cambiar la alineación de una tubería se coloca un codo. De esta forma el agua circulante experimenta una variación en la dirección de su vector velocidad. El cambio de dirección se establece por la fuerza ejercida por el codo sobre el fluido, este responde con una fuerza de igual dirección e intensidad pero de sentido contrario.

En los cambios de sección debidos a las reducciones se produce un empuje cuya dirección es la del eje de la conducción, en el sentido de circulación del agua.

Las dimensiones de los elementos necesarios para el anclaje son los de la tabla:

Pieza	Diámetro de la tubería (mm)	Dimensiones en cm		
		A	B	C
Codo 45º	63 a 225	30	40	15
	250 a 400	50	60	25
Codo 90º	63 a 225	50	40	20
	250 a 400	65	60	20
Reducción	63 a 225	40	30	15
	250 a 400	50	40	25

4.- FERTIRRIGACIÓN.

La gran mayoría de los fertilizantes se aplican en forma sólida mediante abonadoras., salvo los cultivos que por su naturaleza o por su porte no permiten la entrada al cultivo con maquinaria en el momento de aplicar la dosis necesaria

Una de las principales ventajas que presentan los riegos por goteo, es la posibilidad de aportar los nutrientes que precisan los cultivos, disueltos en agua de riego. A estas técnicas se le conoce con el nombre de Fertirrigación. Pero no solo consiste en el aporte de abonos junto con el agua de riego, sino también en el fraccionamiento y aplicación de los mismos en los momentos más idóneos para el desarrollo de los arboles.

La aplicación de fertilizantes con el agua de riego puede abaratar en gran medida los costes de la explotación, reduciendo la mano de obra para su aplicación.

Para ello es necesario disponer de aparatos que permitan la inyección de abonos en la red de tuberías posibilitando el control de las cantidades de abono aplicadas y de la automatización del proceso.

4.1.-DEPÓSITO DE ABONO.

El depósito para fertirrigación se instalará a la entrada de la tubería terciaria que alimenta a los laterales que riegan por goteo. Junto a él se colocará una caseta prefabricada de hormigón de dimensiones 6x2 m en la que se instale la bomba dosificadora necesaria para inyectar dicho fertilizante y el equipo de filtrado necesario.

Colocaremos en la parte exterior de la caseta dos depósitos de POLIETILENO con capacidad para 10.000 litros (1 metro de radio y 3,2 metros de largo) y llevarán incorporada una toma para la salida del abono. Los elegimos de este material puesto que estarán a la intemperie y en previsión de posibles roturas por pequeños golpes.

4.2.-EQUIPO DE INYECCIÓN.

Ante las distintas posibilidades existentes en el mercado, hemos optado por la bomba hidráulica.

Las ventajas de este equipo inyector de fertilizantes y productos químicos son:

- Va accionado por un motor hidráulico que funciona con la propia presión hidráulica del sistema de riego.
- El inyector es resistente a los productos químicos usuales en agricultura.
- La cantidad a inyectar es fácilmente regulable.
- El inyector realiza su función de inyección en cualquier diámetro de la tubería.
- Su puesta en marcha y detención puede realizarse manual o automáticamente.

4.3.-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

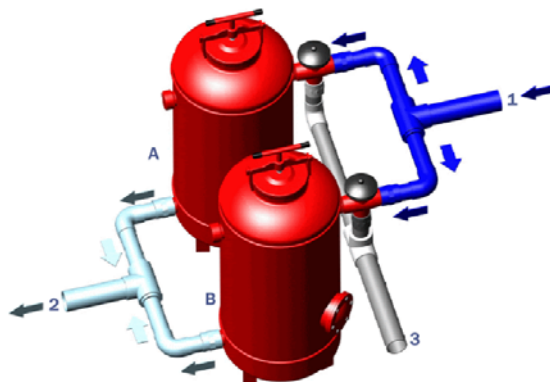
-Caudal de inyección: según la presión en la tubería de alimentación del motor hidráulico.

- Presión de inyección: doble de la presión del agua que hace funcionar el motor hidráulico.
- Presión máxima de trabajo: 8 kg./cm²
- Presión mínima de trabajo: 1 kg/cm²
- Consumo de agua: 3 veces el producto inyectado.
- Peso bruto: 5 Kg.

4.4.- FILTROS DE ARENA.

El filtro de arena se instalará en la caseta de hormigón para eliminar elementos orgánicos (algas, insectos, etc.). Se va a detallar el proceso de filtrado y el de su lavado, lo cual hace necesario la instalación de dos filtros en paralelo.

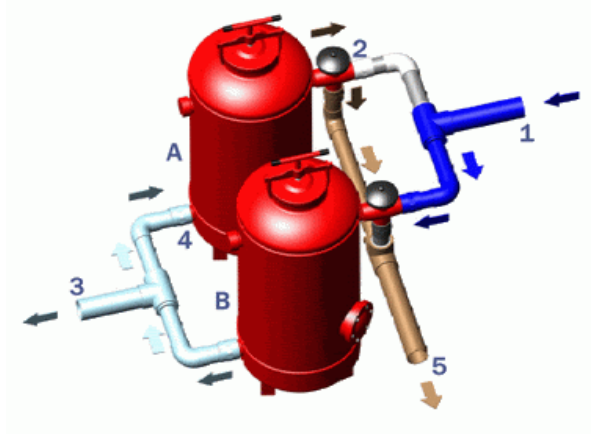
-Filtrado: durante la operación normal del filtro, el agua entra por la parte superior (1), las válvulas de 3 vías permiten el paso a los filtros (A) y (B), del agua sin tratar la que atraviesa el lecho filtrante y sale por la parte inferior hacia el sistema (2). La tubería de drenaje (3) no interviene en este proceso.



-Limpieza: para efectuar el retrolavado, se opera la válvula (2) del filtro (A) cerrando la entrada de agua proveniente de (1) a la vez que conecta el filtro con la tubería de drenaje (5), mientras (B) continúa su operación normal.

El filtro (A) se despresuriza al quedar abierto a la atmósfera, lo que permite la entrada del agua filtrada proveniente de (B) por la parte inferior (4), la presión del agua expande la arena hacia arriba arrastrando toda la suciedad retenida la que es expulsada del por la tubería de drenaje (5).

El proceso de lavado se interrumpe cuando el agua sale totalmente limpia.



5.- CONTADORES.

Como indicamos en el apartado de Fertirrigación, para la automatización de ésta, es necesario un contador de productos químicos a la salida del inyector.

Las características hidráulicas para el contador proporcional de 3" o de diámetro de $\frac{3}{4}$ " de transmisión magnética son:

- Caudal nominal: 2500l/h
- Caudal máximo: 5000 l/h
- Caudal mínimo: 200 l/h
- Error caudal mínimo < caudal < caudal de transición (%): ± 5
- Caudal de transición < caudal <caudal de máximo (%): ± 2
- Presión nominal: 10 atm
- Temperatura máxima: 40 °C

Las características técnicas son:

- Cuerpo de PVC
- Turbina y partes internas de prolipropileno.

6.- PROGRAMADOR DE RIEGO.

El programador de riego elegido permite realizar el control total de la red de riego, activando de forma automática cada uno de los sectores de riego, ya sea en base volumétrica o temporal. Asimismo, controla la fertilización y la apertura o cierre de los hidrantes.

El programa almacena los diferentes parámetros de riego, tanto actuales como acumulados.

Las principales características de este programador son:

- Control simultáneo de varias líneas principales definidas por el usuario.
- Operación simple y fácil, mediante teclado numérico y funcional y con pantalla de cristal líquido.
- La aplicación de agua y fertilizantes puede realizarse en base temporal o volumétrica.
- Menú de ayuda con información e instrucciones de funcionamiento en pantalla, accesible desde cualquier punto del programa.
- Acumulación de cantidades de agua y fertilizantes aplicadas en cada válvula.
- Programas de riego independientes para cada válvula.
- Capacidad de actuación de las válvulas de forma manual.
- Batería auxiliar de mantenimiento de programas e información en el caso de fallo de la tensión de alimentación.
- Condiciones de arranque, paro y espera independientes para cada sistema.
- Autotest y programa de diagnóstico, tanto para el hardware como para el software.
- Capacidad de comunicación con un ordenador central vía cable o vía radio.

El modelo de programador elegido es el "AGRONIC 4000", que posee desde 16, 24, 32, 48, 64, 80 y 96 salidas configurables para sectores de riego, mas 12 sensores digitales en la base. Limpieza de hasta 4 grupos de filtros independientes. Permite la posibilidad de enlace al ordenador personal, avisos vía SMS, etc...

El programador se alimenta a 12 V.

7.-AUTOMATISMOS DE LA RED DE RIEGO.

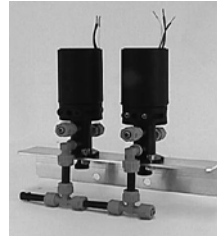
Está formado por todo el conjunto de elementos que hacen que: las válvulas se abran y cierren de forma automática por medio de la orden del programador de riego, o la diferencia de presión entre dos preostatos.

Por lo que por cada válvula se necesitan los siguientes elementos:

-Llave de tres vías. Conecta el diafragma de la válvula hidráulica con la atmósfera (comando manual) o con el solenoide de control de la misma, (comando automático).



-Solenoid. Llave de respuesta sí o no, en función del impulso que le llega del ordenador, es un electroimán que actúa sobre un eje longitudinal, a la vez que este envía el paso de agua o vaciado a la llave de tres vías, la cual actúa sobre la válvula.



-Microtubos de comando. Tubos de polietileno de 8 mm que conectan las válvulas, llaves y solenoides entre sí para las distintas funciones antes descritas, (llenado y vaciado del diafragma de las válvulas hidráulicas) por ellos circula agua de la misma red de riego. Se instalan a la vez que las tuberías, en las mismas zanjas y se cubren a la vez que estas.

1.- INTRODUCCION.

Con el objeto de analizar si este proyecto es viable económicamente, se analizan varias variables económicas que reflejarán si la inversión es rentable.

Así de esta forma se va a calcular el VAN o Valor Actual Neto y el TIR o Tasa Interna de Rentabilidad. Los dos primeros son indicadores de rentabilidad absoluta y el tercero es un indicador de rentabilidad relativa.

El VAN dice que una inversión es rentable y viable cuando es mayor de cero. El TIR es el tipo de interés que hace el VAN de una inversión igual a cero, da las unidades monetarias que se ganan por cada unidad monetaria invertida y año.

Para calcular los índices señalados anteriormente, se considera una vida útil de la inversión de 15 años, sobre la cual se define la corriente de pagos y cobros analizando toda su superficie en conjunto.

La rotación de cultivos se repite cada 15 años, por lo tanto se hará de un ciclo de rotación.

2.- SITUACIÓN ACTUAL.

Actualmente la finca objeto de la transformación se viene cultivando de cereal de invierno de secano, normalmente cebada. Debido a que los hidrantes ya estaban puestos se hizo la puesta de las tuberías y la distribución de todo el área regada.

Por estos motivos se plantea la necesidad de transformar a regadío la finca objeto de este proyecto, y así de esta forma procurar un aumento de los rendimientos de la misma con la consiguiente mejora del nivel de vida del propietario de la misma.

3.-DATOS CONSIDERADOS PARA EL ESTUDIO ECONOMICO.

3.1.- RENDIMIENTOS DEL CEREAL DE SECANO.

Estos datos se considerarán a la hora de calcular el flujo destruido. Los rendimientos medios que se vienen obteniendo son:

Cebada: 1,8 Tm/Ha y de paja: 1,1 Tm/ha

3.2.- SUBVENCIONES DE LA PAC.

La parcela en la cual vamos a realizar la transformación a riego por aspersión está en el término municipal de La Cartuja de Monegros, perteneciente a la comarca de los Monegros. La subvención que está recibiendo dicha parcela es el pago único que engloba una media de la subvención recibida en los años 2000, 2001 y 2002, más el desacoplamiento que estos años te pagaban. En conclusión la subvención es siempre la misma indistintamente del cultivo que se siembre.

Con lo cual el pago único depende de lo que la parcela estuviera sembrada esos tres años 2000, 2001, 2002. Como no sabemos la cifra exacta ponemos un pago único de **260€/ha**.

3.3.- PRECIOS DE LAS PRODUCCIONES DE LOS CULTIVOS.

Los valores de los precios de los cultivos son los siguientes:

- Cebada 205,21€/Tm.
- Alfalfa 138,00 €/Tm.
- Maíz 220,98 €/Tm.
- Girasol 480,00 €/Tm.
- Veza 260,00 €/Tm.
- Haba 570,96 €/Tm.
- Tomate 387,69 €/Tm.
- Pimiento 624,13 €/Tm.
- Cebolla 141,22 €/Tm.

4.- COSTES DE PRODUCCION DE LOS CULTIVOS.

4.1.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE CEBADA.

Labores	€/ha
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón	28
Semilla (200 Kg/ha a 0,24 €/ha)	48
Sembrar	18
Aplicación de herbicidas, insecticidas y producto.	27
Abono (300kg/ha a 0,28€/kg)	84
Urea 46% (150kg/ha a 0,20€/kg	30

Aplicación de fertilizantes	9
Agua de riego	10
Recolección	60
Transporte	5
Impuestos, I.B.I. , seguros, etc	18,8
TOTAL	427,8
TOTAL ha (60ha)	<u>25668</u>

4.2.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE ALFALFA.

Labores	€/ha
Subsolador	60
2Cultivados-molón o rotovator	48
Desinfección de suelo	9
Semilla (30kg/ha a 4€/kg)	120
Sembrar	18
Aplicación de insecticidas, y producto (5años)	300
Abono (500kg/ha a 0,28€/kg)	140
Abono de mantenimiento (400kg/ha * 4 años)	336
Aplicación de abono	36
Agua de riego	50
Trabajos de segar, rastrillar, recoger..(5(cortes/año)*5años)	1876,89
Impuestos, I.B.I. , seguros, etc	20
TOTAL	3013,89
TOTAL ha (60ha)	<u>180833</u>

4.3.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE MAIZ.

Labores	€/ha
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón o rotovator	28
Desinfección de suelo	5
Semilla (80000plantas/ha a 3€1000 plantas)	240
Sembrar	36

Aplicación de herbicidas, insect. y producto.	30
Abono (900kg/ha a 0,28€/kg)	252
Inyección de nitrato en red de riego (700kg/ha a 0,22€/kg)	154
Aplicación de abono	9
Agua de riego	45
Recolección	60
Transporte	10
Impuestos, I.B.I. , seguros, etc	20
TOTAL	979
TOTAL ha (60ha)	<u>58740</u>

4.4.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE GIRASOL.

Labores	€/ha
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón o rotovator	28
Desinfección de suelo	9
Semilla (70000plantas/ha a 100€150000 plantas)	46,6
Sembrar	36
Aplicación de herbicidas, y producto.	30
Abono (250kg/ha a 0,28€/kg)	70
Aplicación de abono	9
Agua de riego	10
Recolección	60
Transporte	5
Impuestos, I.B.I. , seguros, etc	20
TOTAL	413,6
TOTAL ha (60ha)	<u>24816</u>

4.5.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE VEZA FORRAJERA.

Labores	€/ha
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón o rotovator	28

Semilla (50kg/ha a 0,3€/kg)	15
Sembrar	15
Aplicación de insecticidas, y producto.	30
Abono (200kg/ha a 0,28€/kg)	56
Aplicación de abono	9
Agua de riego	16,44
Recolección	40
Transporte	10
Impuestos, I.B.I. , seguros, etc	20
TOTAL	334,44
TOTAL ha (60ha)	<u>20066,4</u>

4.6.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE HABA.

Labores	€/ha
Subsolador	60
Grada de discos	30
Cultivados-molón o rotovator	28
Semilla (140kg/ha a 9€/kg)	1260
Sembrar	15
Aplicación de insecticidas, y producto.	30
Abono (200kg/ha a 0,28€/kg)	56
Aplicación de abono	9
Agua de riego	13
Recolección	40
Transporte	10
Impuestos, I.B.I. , seguros, etc	20
TOTAL	1571
TOTAL ha (60ha)	<u>94260</u>

4.7.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE TOMATE.

Labores	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
Labor cultivador- molón	24
Labor fresadora	30
Siembra	42
Semilla	270
Abonos	425
Productos fitosanitarios	180
Recolección	540
Transporte	10
Impuestos, I.B.I. rústica, seguros, etc.	20
TOTAL	1574
TOTAL ha (34 ha)	53516

4.8.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE PIMIENTO.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
Labor cultivador- molón	24
Labor fresadora	30
Siembra	42
Semilla	290
Abonos	425
Productos fitosanitarios	180
Recolección	480
Transporte	10
Impuestos, I.B.I. rústica, seguros, etc.	20
TOTAL	1534
TOTAL ha (34 ha)	52156

4.9.- COSTES DE UNA HECTÁREA DE CEBOLLA.

Labor	€/Ha.
Labor subsolador/arado vertedera	33
Labor cultivador- molón	24
Labor fresadora	30
Siembra	48
Semilla	210
Abonos	380
Productos fitosanitarios	183
Recolección	480
Transporte	15
Impuestos, I.B.I. rústica, seguros, etc.	20
TOTAL	1423
TOTAL ha (34 ha)	48382

5.- INGRESOS ANUALES.

Los ingresos anuales se deben a la venta de la producción del cultivo y a las subvenciones de la PAC. El precio de los productos puede variar de un año a otro, por eso se ha tomado un precio que sea razonable teniéndose en cuenta los precios de años anteriores.

Para los cultivos que se han tenido en cuenta en la rotación los ingresos que se obtienen son los siguientes:

CULTIVO	Producción (Tm/Ha)	Precio (€/Tm)	Ingresos (€/Ha)	Ayuda PAC (€/Ha)	Total (€/Ha)
CEBADA	grano: 3,5	205,21	718,24	260	1032,33
	paja: 1,8	30,05	54,09	260	
ALFALFA	21	138	2898	260	3158
MAIZ	10,5	220,98	2320,29	260	2580,29
GIRASOL	3,5	480	1680	260	1940
VEZA	3,5	260	910	260	1170
HABA	2,5	570,96	1427,4	260	1687,4
TOMATE	35	387,69	13569,15	260	13829,15
PIMIENTO	20	624,13	12482,6	260	12742,6
CEBOLLA	25	141,22	3530,5	260	3790,5

6.- FLUJO DESTRUIDO.

Es el valor de los rendimientos que se obtienen en la situación actual. Este flujo destruido se calcula a partir de los costes de producción y de los ingresos que se obtienen. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Cultivo	Coste (€/ha)	Ingresos (€/ha)	Flujo destruido (€/ha)	Total flujo destruido (€)
Cebada	427,8	1032,3	604,53	36271,8

Los datos de precios y costes considerados para el cálculo del flujo destruido son los expuestos en apartados anteriores.

7.- COSTE DEL AGUA DE RIEGO.

Los costes derivados del consumo de agua de riego son los que se derivan del consumo por las necesidades de los cultivos

Se paga un total de 0,024€/m³ incluyendo los gastos del bombeo hasta el hidrante.

Cultivo	Consumo anual (mm)	Consumo anual (m³/Ha)
Cebada	546,36	5463,6
Maíz	1068,64	10686,4
Alfalfa	1116,24	11162,4
Girasol	888,96	8889,6
Veza	463,72	4637,2
Haba	289,98	2899,8
Cebolla	879,49	8794,9
Tomate	705,64	7056,4
Pimiento	645,62	6456,2

8.- ESTUDIO DE RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN.

8.1.- CONSIDERACIONES PREVIAS.

El presupuesto total de la inversión asciende a 765.599,89 €, incluyendo los honorarios del ingeniero.

Los beneficios anuales serán los calculados anteriormente y serán fijos. No se tendrá en cuenta el factor que juega la inflación.

No se considerará el valor residual de los elementos de la explotación.

El flujo destruido es de 36.271,8€. El coste de la mano de obra no se tiene en cuenta, ya que la explotación en principio se establece que va a ser dirigida y trabajada por el propietario y por su familia. Se estima que el coste de la mano de obra eventual que pueda necesitarse en algún momento es de 7.200 €, incluyéndose las cargas sociales.

Se estima una vida útil de la instalación de 15 años.

En un principio no se establece ningún tipo de ayudas a la conversión a regadío de la finca, aunque el decreto 48/2001 de la Diputación General de Aragón establece ayudas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Aragón para obras de creación y mejora de infraestructuras agrarias de regadío, subvencionando con un 40% de la inversión a realizar. Como en este momento no se sabe que cantidad pueden subvencionar se realiza el estudio considerando que se obtiene un crédito de 750.000 € de euros a 10 años a un tipo de interés del 5,5%.

Con lo expuesto anteriormente se realiza el estudio de rentabilidad económica.

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
1	Cebada	60	5463,6	0,024	131,1264	427,8	33535,58	1032,33	61939,8
	Tomate	34	7056,4	0,024	169,3536	1574	59274,02	13829,25	470194,5
Costes totales							92809,61	Ingresos totales	532134,3

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
2	Maiz	60	10686,4	0,024	256,4736	979	74128,42	2580,29	154817,4
	Veza	60	4637,2	0,024	111,2928	334,44	26743,97	1170	70200
	Pimiento	34	6456,2	0,024	154,9488	1534	57424,26	12742	433228
Costes totales							158296,6	Ingresos totales	658245,4

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
3	Girasol	60	8889,6	0,024	213,3504	413,6	37617,02	1940	116400
	Haba	60	2899,8	0,024	69,5952	1571	98435,71	1687,4	101244
	Cebolla	34	8794,9	0,024	211,0776	1423	55558,64	3790	128860
Costes totales							191611,4	Ingresos totales	346504

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
4	Maíz	60	10686,4	0,024	256,4736	979	74128,42	2580,29	154817,4
	Veza	60	4637,2	0,024	111,2928	334,44	26743,97	1170	70200
	Tomate	34	7056,4	0,024	169,3536	1574	59274,02	13829,25	470194,5
Costes totales							160146,4	Ingresos totales	695211,9

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
5	Girasol	60	8889,6	0,024	213,3504	413,6	37617,02	1940	116400
	Haba	60	2899,8	0,024	69,5952	1571	98435,71	1687,4	101244
	Pimiento	34	6456,2	0,024	154,9488	1534	57424,26	12742	433228
Costes totales							193477	Ingresos totales	650872

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
6	Veza	60	4637,2	0,024	111,2928	334,44	26743,97	1170	70200
	Alfalfa	60	11.162,40	0,024	267,8976	602,78	52240,1	0	0
	Cebolla	34	8794,9	0,024	211,0776	1423	55558,64	3790	128860
Costes totales							134542,7	Ingresos totales	199060

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
7	Alfalfa	60	11162,4	0,024	267,8976	602,78	52240,1	3158	189480
	Tomate	34	7056,4	0,024	169,3536	1574	59274,02	13829,25	470194,5
Costes totales							111514,12	Ingresos totales	659674,5

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
8	Alfalfa	60	11162	0,024	267,888	602,78	52240,1	3158	189480
	Pimiento	34	6456,2	0,024	154,9488	1534	57424,26	12742	433228
Costes totales							109664	Ingresos totales	622708

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
9	Alfalfa	60	11.162,40	0,024	267,8976	602,78	52240,1	3158	189480
	Cebolla	34	8794,9	0,024	211,0776	1423	55558,64	3790	128860
Costes totales							107798,74	Ingresos totales	318340

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
10	Alfalfa	60	11162,4	0,024	267,8976	602,78	52240,1	3158	189480
	Tomate	34	7056,4	0,024	169,3536	1574	59274,02	13829,25	470194,5
Costes totales							111514,12	Ingresos totales	659674,5

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
11	Alfalfa	60	11162	0,024	267,888	602,78	52240,1	3158	189480
	Pimiento	34	6456,2	0,024	154,9488	1534	57424,26	12742	433228
Costes totales							109664	Ingresos totales	622708

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
12	Haba	60	2.899,80	0,024	69,5952	1571	98435,71	1687,4	101244
	Girasol	60	8.889,60	0,024	213,3504	413,6	37617,02	1940	116400
	Cebolla	34	8794,9	0,024	211,0776	1423	55558,64	3790	128860
Costes totales							191611,4	Ingresos totales	346504

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
13	Maíz	60	10686,4	0,024	256,4736	979	74128,42	2580,29	154817,4
	Veza	60	4637,2	0,024	111,2928	334,44	26743,97	1170	70200
	Tomate	34	7056,4	0,024	169,3536	1574	59274,02	13829,25	470194,5
Costes totales							160146,4	Ingresos totales	695211,9

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
14	Haba	60	2899,8	0,024	69,5952	1571	98435,71	1687,4	101244
	Girasol	60	8889,6	0,024	213,3504	413,6	37617,02	1940	116400
	Pimiento	34	6456,2	0,024	154,9488	1534	57424,26	12742	433228
Costes totales							193477	Ingresos totales	650872

Año	Cultivo	ha	Necesidad de agua (m3/ha)	Coste del agua (€/m3)	Coste(€/ha)	Coste labores (€/ha)	Coste(€)	Ingresos (€/ha)	Ingresos(€)
15	Maíz	60	10.686,40	0,024	256,4736	979	74128,42	2580,29	154817,4
	Veza	60	4.637,20	0,024	111,2928	334,44	26743,97	1170	70200
	Cebolla	34	8794,9	0,024	211,0776	1423	55558,64	3790	128860
Costes totales							156431	Ingresos totales	353877,4

8.2.- ESTUDIO DE RENTABILIDAD.

Por medio de una hoja de cálculo se calcula los flujos de caja que se originan cada año, teniendo en cuenta los cobros, como los pagos que se originan de la explotación.

-FLUJO DESTRUIDO: Valor numérico que corresponde a la diferencia entre los ingresos obtenidos en la parcela antes de la ejecución del proyecto y los gastos de la misma.

-PAGOS ORDINARIOS: Valor numérico que corresponde a los costos que conllevan los cultivos implantados en la transformación.

-COBROS ORDINARIOS: Valor numérico que corresponde a los ingresos que conllevan los cultivos implantados en la transformación.

-PAGOS FINANCIEROS: Valor correspondiente a la suma del capital anual a devolver más los intereses correspondientes al capital por devolver.

Anejo 11.- Estudio de viabilidad económica.

AÑO	COBRO ORD	COBRO EXTR	COBRO FINAN	PAGO ORD	PAGO EXTR	PAGO FINAN	FLUJO DESTR	PAGO INVERS	FLUJO CAJA
0			750.000					765.600	-15.600
1	532.134			98.810		79.125	36.272		317.927
2	658.245			158.297		79.125	36.272		384.551
3	346.504			191.611		79.125	36.272		39.496
4	695.211			160.146		79.125	36.272		419.668
5	650.872			193.477		79.125	36.272		341.998
6	199.060			134.543		79.125	36.272		-50.880
7	659.675			111.514		79.125	36.272		432.764
8	622.708			109.664		79.125	36.272		397.647
9	318.340			107.799		79.125	36.272		95.144
10	659.675			111.514		79.125	36.272		432.764
11	622.708			109.664			36.272		476.772
12	346.504			191.611			36.272		118.621
13	695.212			160.146			36.272		498.794
14	650.872			193.477			36.272		421.123
15	353.877			156.431			36.272		161.174

8.3.- ESTUDIO DE VIABILIDAD.

A partir de los flujos de caja calculados en el apartado anterior se han calculado los índices de rentabilidad que se exponen a continuación:

- Valor Actual Neto (VAN): 1.454.827 € interés del 10%
- Tasa Interna de Rentabilidad: 37 %.
- Pay Back: 3 años con un beneficio anual de 275.000 €

9.- CONCLUSIONES.

El valor total de la inversión es de 765.600 €. Desde el punto de vista del VAN se observa que la inversión es rentable. El TIR es superior al tipo de interés utilizado, por lo tanto la inversión también es rentable.

Para este estudio de rentabilidad se ha considerado la rotación de cultivos expuesta en el anejo 6. Los precios cogidos han sido los anuales del año pasado, por lo que su variación a lo largo del año haría variar los beneficios.

Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos se puede concluir que la inversión es rentable.



e s c u e l a
p o l i t é c n i c a
s u p e r i o r
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA

PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA

**Puesta en riego por cobertura total enterrada
y riego localizado de 94,22 ha en la
localidad de La Cartuja de Monegros
(Huesca)**

DOCUMENTO 2: PLANOS

AUTOR:	Miguel Sanz Pérez
ENSEÑANZA:	Ingeniería Técnica Agrícola
DIRECTOR/ES:	Jesús Guillén Torres

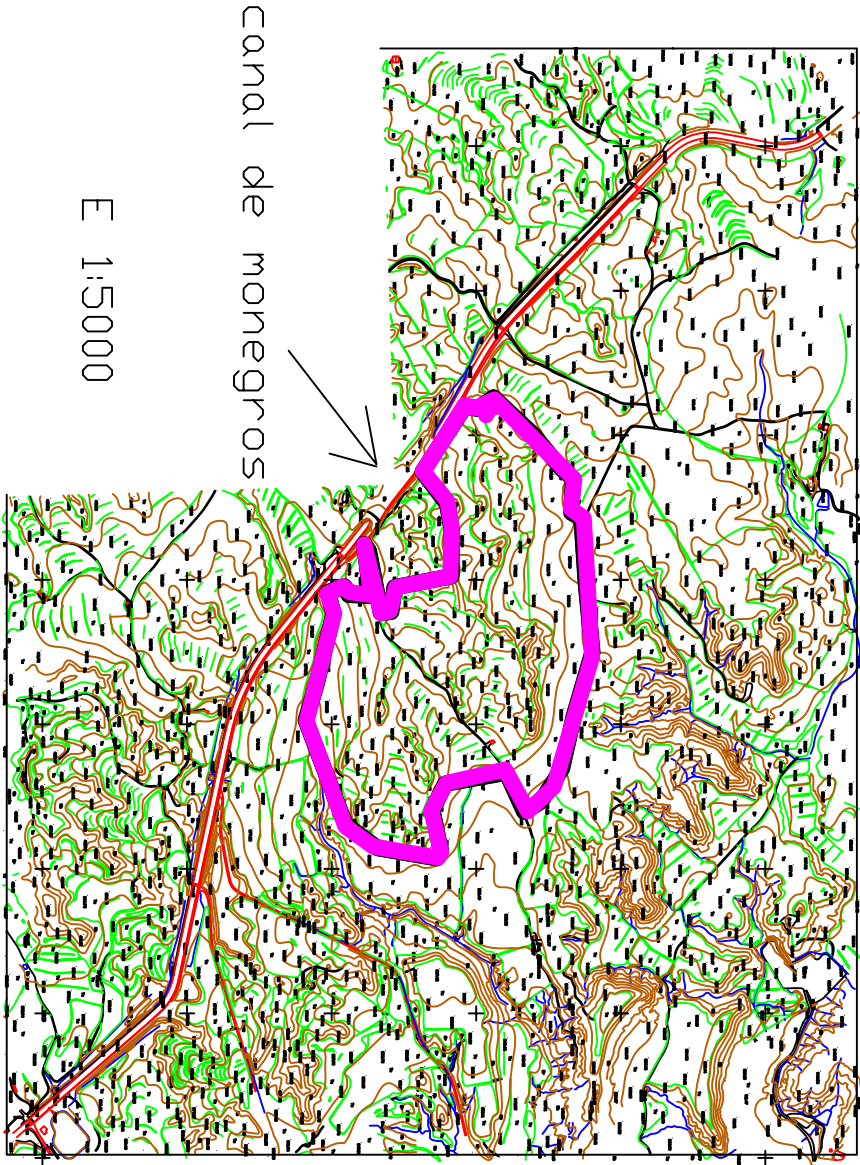


SITUACION GEOGRAFICA

E 1:25000

EL ALUMNO : Miguel Sanz Párras. Ingeniero Técnico Agrícola		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA. INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA en EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.	
PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR COBERTURA TOTAL ENTERRADA Y RIEGO LOCALIZADO DE 94,22 HA EN LA CARTUJA DE MONEGROS. HUESCA.		Nº. PLANO I	ESCALA S/E.
PLANO de: SITUACIÓN.		Dirigido por: Control:	NOMBRE M.S.P. J.G.T.
		FECHA D-2012 D-2012	

La Cartuja de Monegros



Pallaruelo de Monegros

EL ALUMNO :

Miguel Sanz Pérez.
Ingeniero Técnico Agrícola

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL DE CARRERA.

INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
en EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.

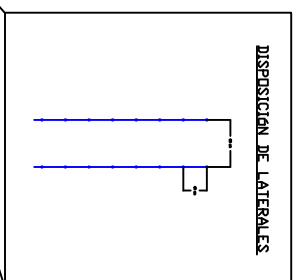
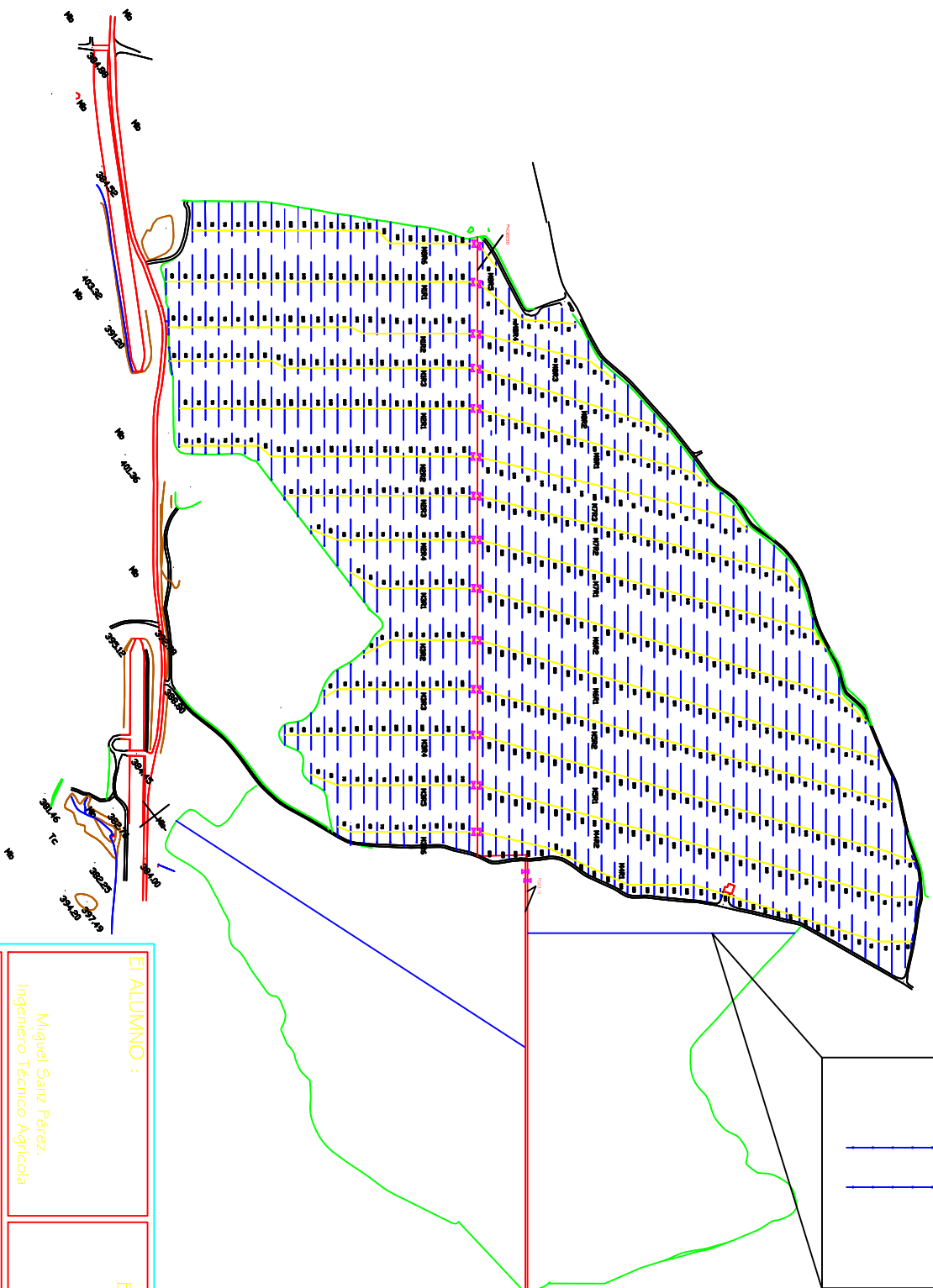
PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR
COBERTURA TOTAL ENTERADA Y RIEGO LOCALIZADO
DE 94,22 HA EN LA CARTUJA DE MONEGROS. HUESCA.

PLANO de:

EMPLAZAMIENTO.

Nº. PLANO	ESCALA
2	5/E.

Dibujado.	M.S.J.P	D-2012
Comprob.	J.G.T.	D-2012



EL ALUMNO :

Miguel Sanz Pérez.
Ingeniero Técnico Agrícola

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL DE CARRERA.
INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
en EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.

PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR
COBERTURA TOTAL ENTERADA Y RIEGO LOCALIZADO
DE 94,22 HA EN LA CARTUJA DE MONEGROS. HUESCA.

PLANO de:

PLANTA GENERAL.

Nº. PLANO 3 ESCALA 5/E.

Dibujado:	M.S.P	FECHA
Comprob.	J.G.T.	D-2012



EL ALUMNO :

Miguel Sanz Pérez.
Ingeniero Técnico Agrícola

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL DE CARRERA.
INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
en EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.

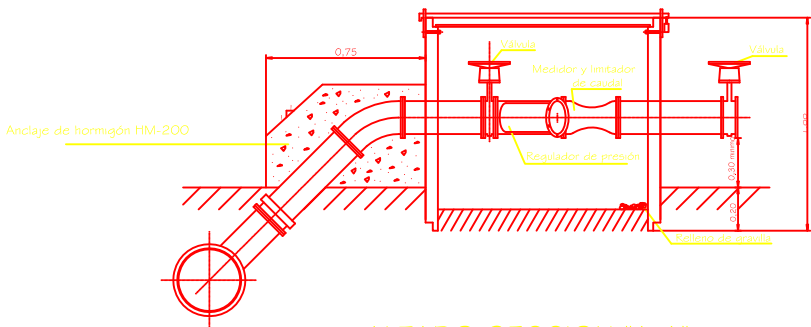
PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR
COBERTURA TOTAL ENTERADA Y RIEGO LOCALIZADO
DE 94,22 HA EN LA CARTUJA DE MONEGROS. HUESCA.

PLANO de: COBERTURA TOTAL ENTERADA.

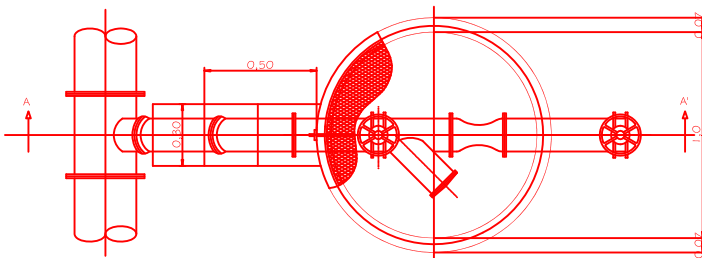
Nº. PLANO	ESCALA
4	1 : 5000

Dibujado:	M.S.P	D-2012
Comprob.	J.G.T.	D-2012

TOMA DE RIEGO TIPO

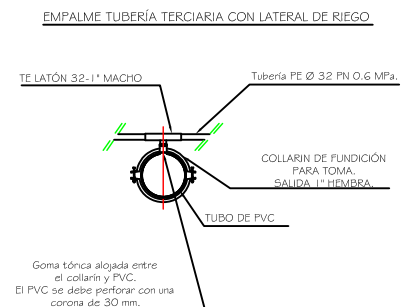
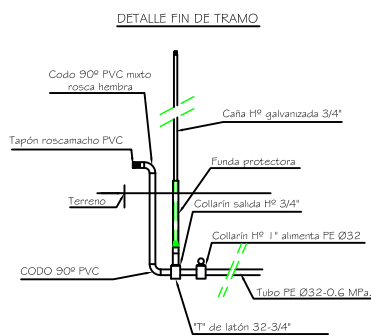


ALZADO SECCION "A-A"

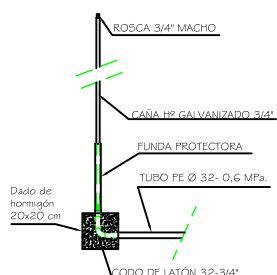


PLANTA

El ALUMNO :		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL de CARRERA.	
Miguel Sanz Pérez. Ingeniero Técnico Agrícola		INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA en EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.	
PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR COBERTURA TOTAL ENTERRADA Y RIEGO LOCALIZADO DE 94,22 HA EN LA CARTUJA DE MONEGROS. HUESCA.		Nº. PLANO	ESCALA
		5	S/E.
FLANO de:		NOMBRE	FECHA
		Dibujado: M.S.P.	D-2012
		Comprob: J.G.T.	D-2012
TOMA DE RIEGO.			



EMPALME FINAL DE CAÑA PORTA-ASESOR CON LATERAL DE RIEGO



EL ALUMNO :

Miguel Sanz Pérez,
Ingeniero Técnico Agrícola

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HU
PROYECTO FINAL de CARRERA.

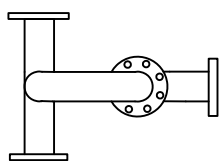
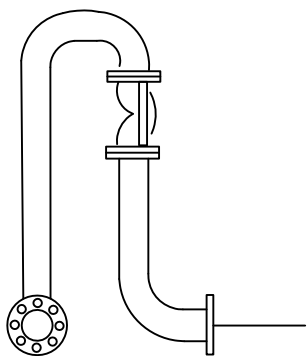
INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
en EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS

PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR
COBERTURA TOTAL ENTERRADA Y RIEGO LOCALIZADO

Nº. PLANO
6

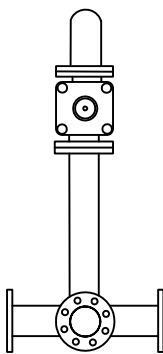
ES

TOMA EN DERIVACIÓN SIMPLE, ALZADO

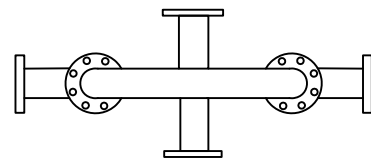
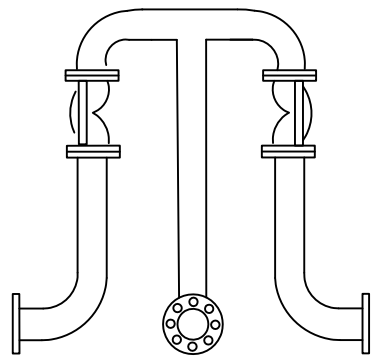


PLANTA

VISTA LATERAL DE LAS DERIVACIONES, ALZADO



TOMA EN DERIVACIÓN DOBLE, ALZADO



PLANTA

EL ALUMNO :

Miguel Sanz Pérez,
Ingeniero Técnico Agrícola

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HL
PROYECTO FINAL de CARRERA.

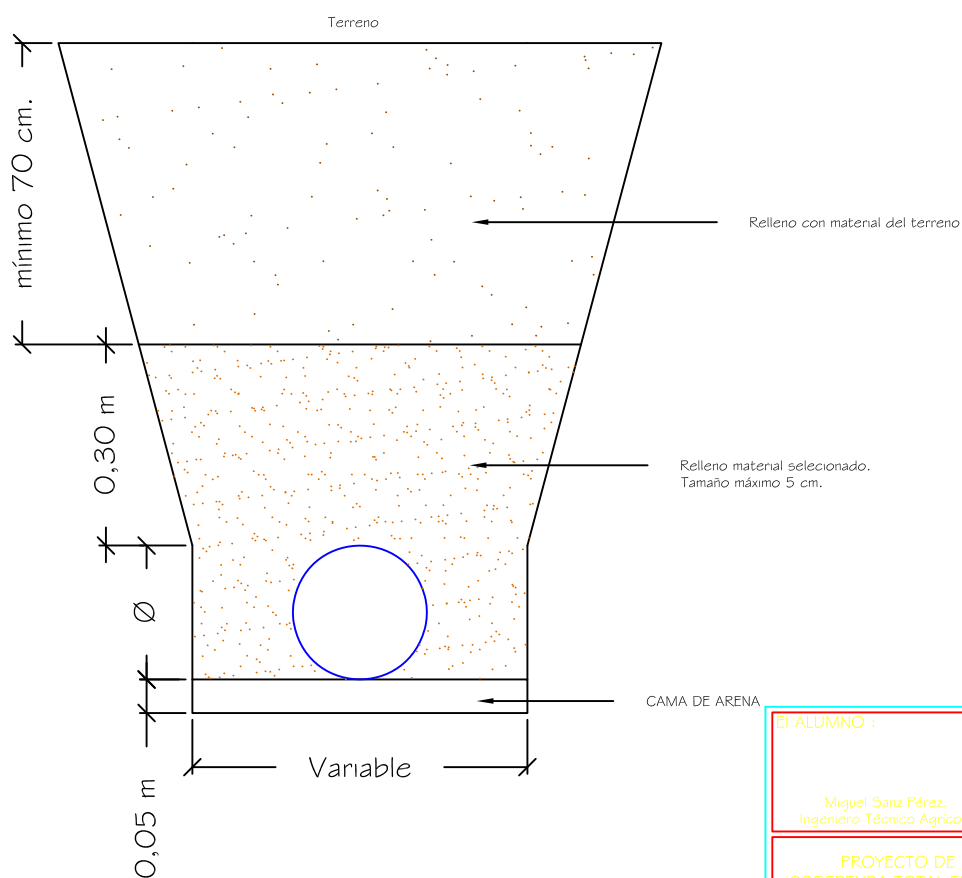
INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
en EXPLOTACIONES AGROPECUARIA

PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR
COBERTURA TOTAL ENTERRADA Y RIEGO LOCALIZADO

Nº. PLANO
7

ES

DETALLE ZANJA COLOCACION TUBERIAS.



EL ALUMNO :

Miguel Sanz Pérez,
Ingeniero Técnico Agrícola

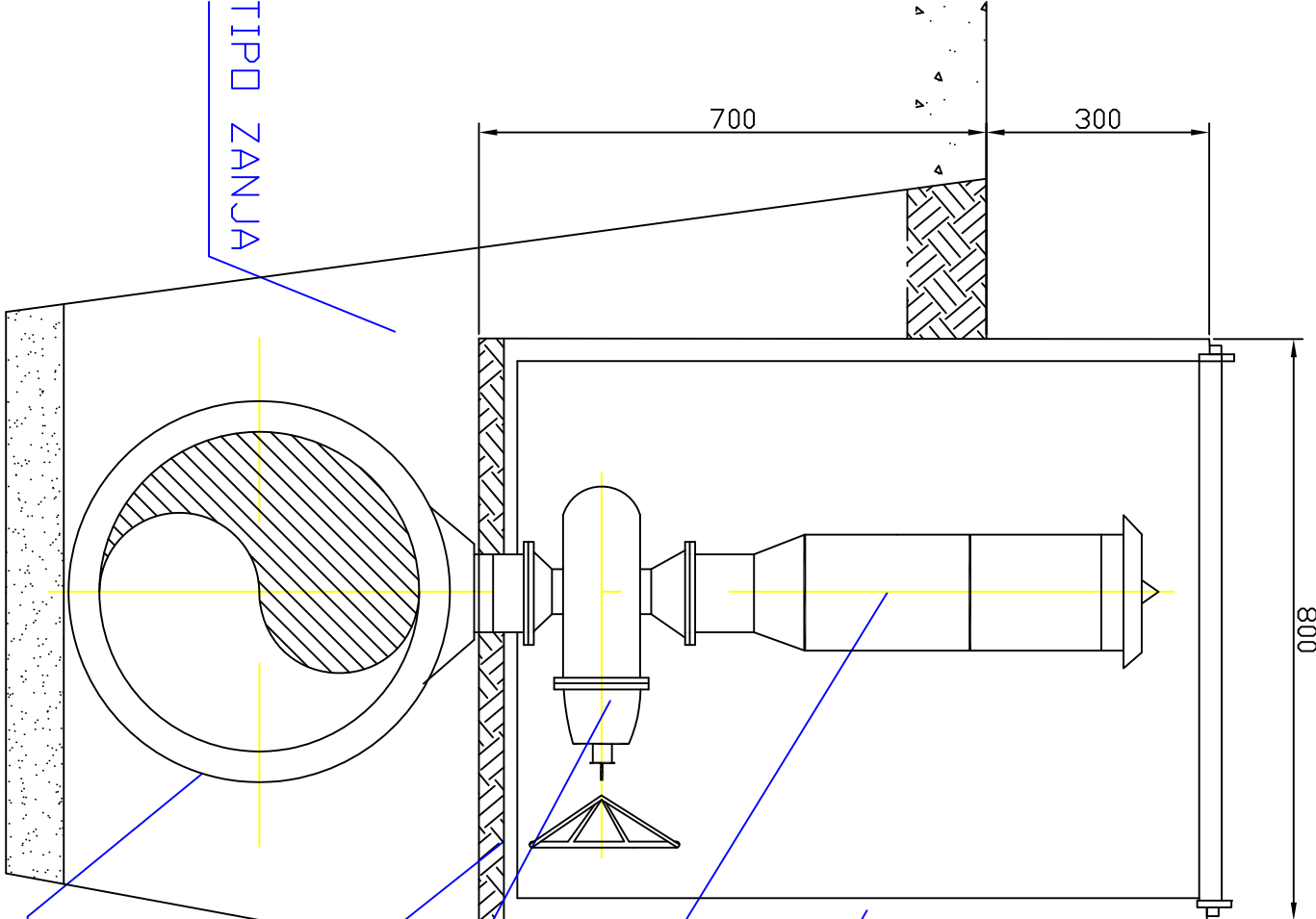
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL de CARRERA.

INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
en EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.

PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR
COBERTURA TOTAL ENTERRADA Y RIEGO LOCALIZADO
DE 94,22 HA EN LA CARTUJA DE MONEGROS. HUESCA.

Nº. PLANO		ESCALA	
9		S/E.	
		NOMBRE	FECHA
Dibujado:		M.S.P.	9-2012
Comprobado:		J.G.T.	9-2012

PLANO de: DETALLE ZANJA TUBERÍA



PIEZA ESPECIAL EN T

TERRENO COMPACTADO

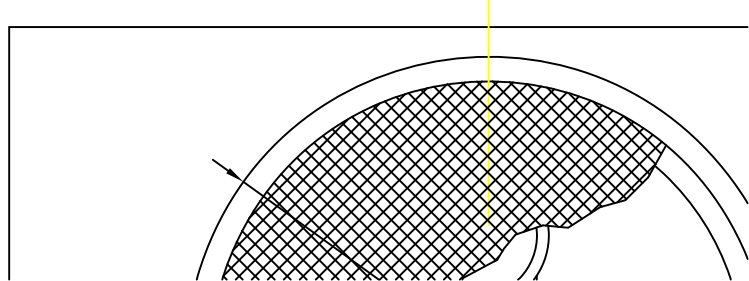
VÁL. COMPUERTA

VENTOSA

TUBO PREFABRICADO DE HORMIGÓN

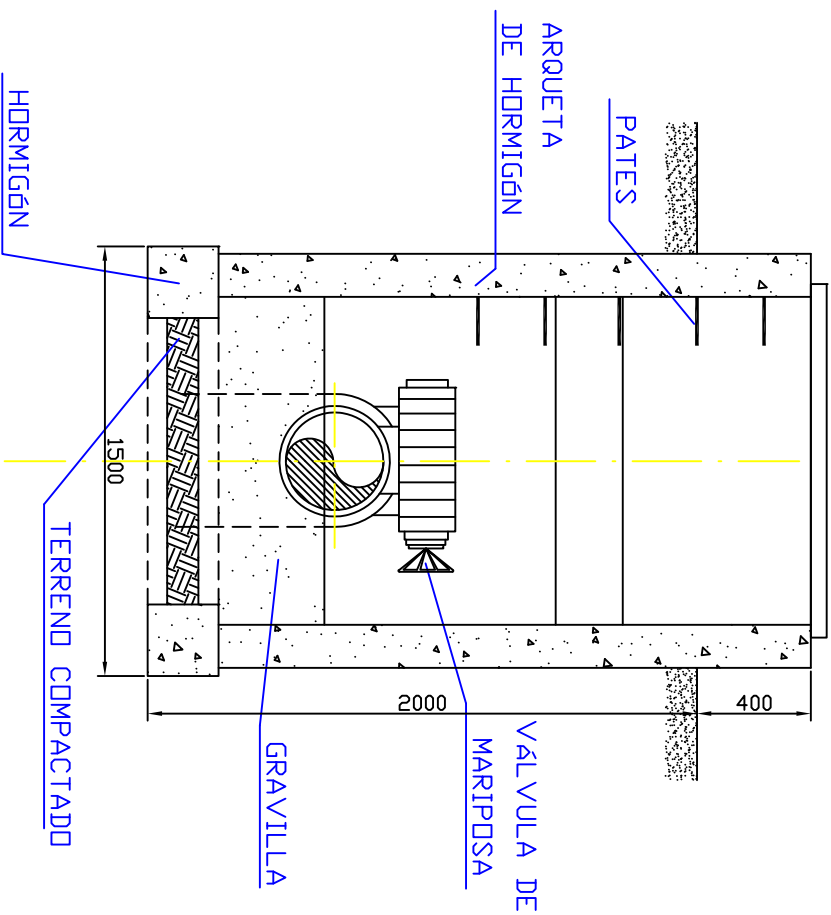
TIPO ZANJA

D

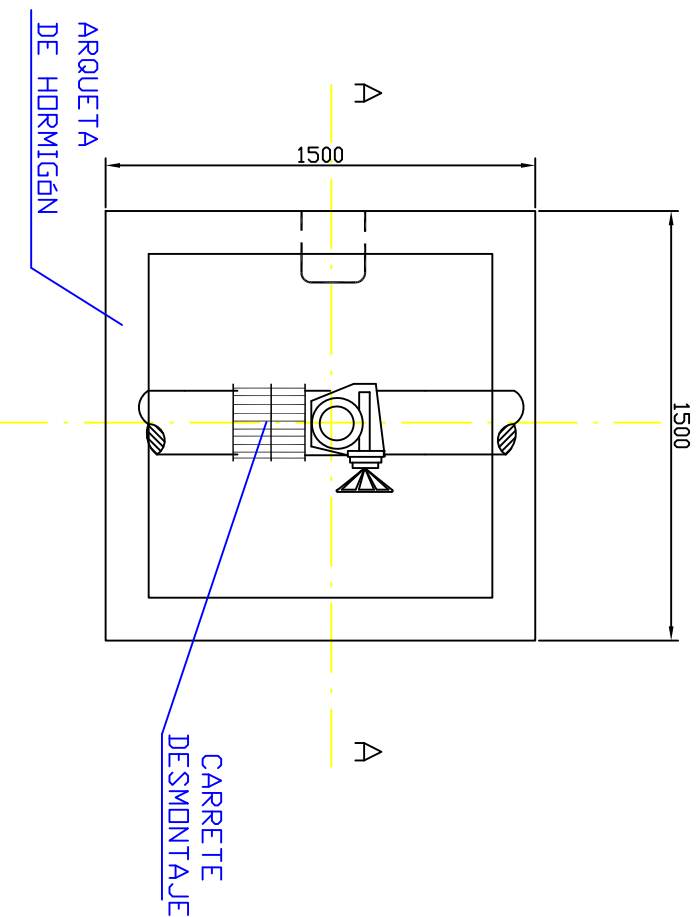


PL4

1/10



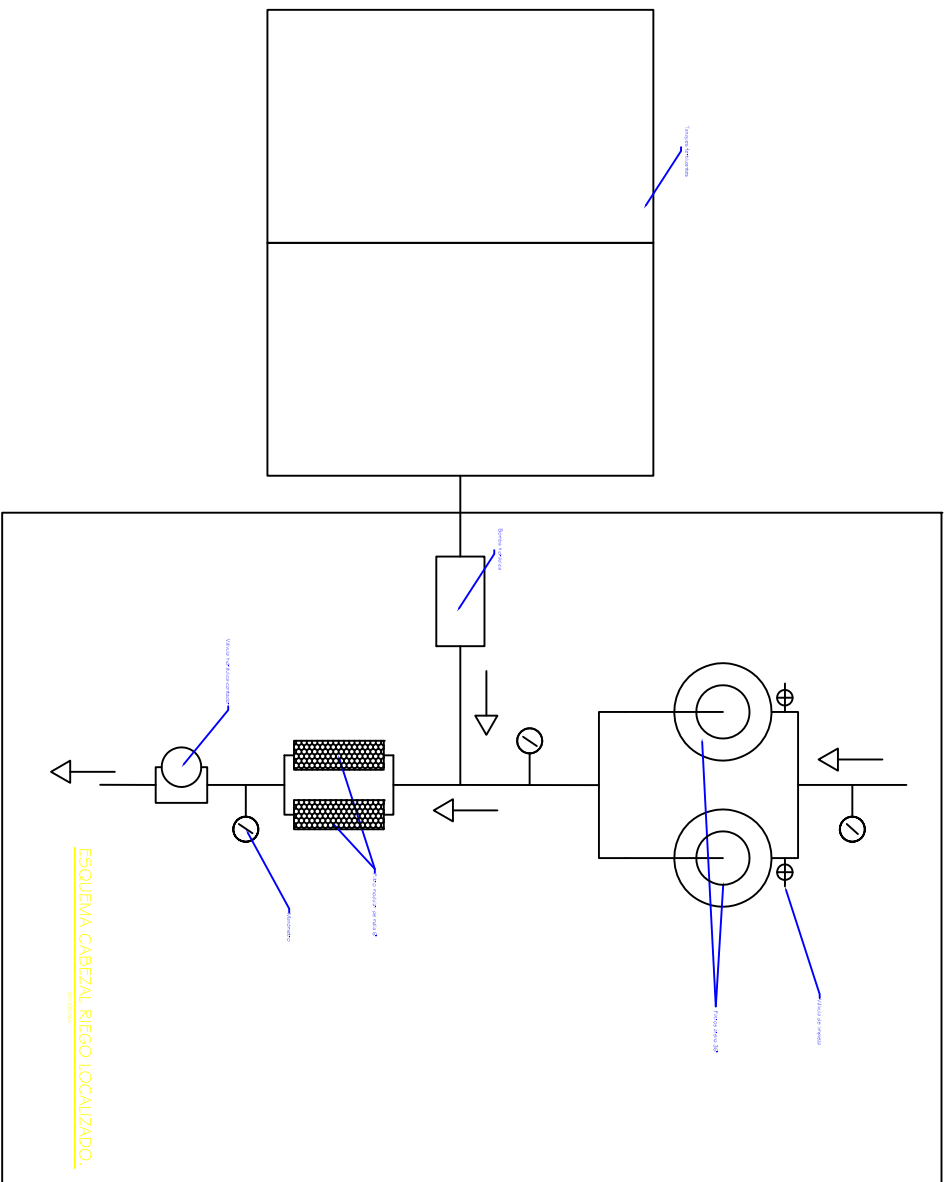
ALZADO - SECCIÓN A-A



PLANTA - SECCIÓN

1/20

EL ALUMNO :		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA. PROYECTO FINAL DE CARRERA.	
Miguel Sanz Pérez. Ingeniero Técnico Agrícola		INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA en EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.	
PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR COBERTURA TOTAL ENTERADA Y RIEGO LOCALIZADO DE 94,22 HA EN LA CARTUJA DE MONEGROS. HUESCA.		Nº. PLANO	
PLANO de:		I I	
VÁLVULA DE MARIPOSA		ESCALA	
Dibujado.		M.S.P	
Comprob.		J.G.T.	
		D-2012	



EL ALUMNO :

Miguel Sanz Pérez,
Ingeniero Técnico Agrícola

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA.
PROYECTO FINAL DE CARRERA.
INGENIERÍA TÉCNICA AGRÍCOLA
en EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS.

PROYECTO DE PUESTA EN REGADÍO POR
COBERTURA TOTAL ENTERADA Y RIEGO LOCALIZADO
DE 94,22 HA EN LA CARTUJA DE MONEGROS. HUESCA.

PLANO de:

CABEZAL DE RIEGO

Nº. PLANO		ESCALA	
1/2		5/E.	
Dibujado.	M.S.P	FECHA	
Comprob.	J.G.T.	D-2012	



e s c u e l a
p o l i t é c n i c a
s u p e r i o r
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA

PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA

**Puesta en riego por cobertura total enterrada
y riego localizado de 94,22 ha en la
localidad de La Cartuja de Monegros
(Huesca)**

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

AUTOR:	Miguel Sanz Pérez
ENSEÑANZA:	Ingeniería Técnica Agrícola
DIRECTOR/ES:	Jesús Guillén Torres

CAPITULO I: DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1.- Obras objeto del presente proyecto.

Se considerarán sujetas a las condiciones de este Pliego, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes del presente Proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminado el embalse e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias, aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias, se construirán a medida que se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de la Obra.

ARTÍCULO 2.- Obras accesorias no especificadas en el Pliego.

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier clase de obras o instalaciones que no se encuentren descritas dentro de este Pliego de Condiciones, el Adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las órdenes que, al efecto, reciba del Ingeniero Director de Obra y, en cualquier caso, con arreglo a las reglas del buen arte constructivo.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estarán expuestos para su aprobación de forma que, a su juicio, las obras o instalaciones que resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas, desmontadas o recibidas en su totalidad o en parte, sin que ello de derecho a ningún tipo de reclamación por parte del Adjudicatario.

ARTÍCULO 3.- Documentos que definen las obras.

Los documentos que definen las obras y que la propiedad entregue al Contratista, pueden tener carácter contractual o meramente informativo.

Son documentos contractuales los Planos, Pliego de Condiciones, Cuadros de Precios y Presupuestos Parcial y Total, que se incluyen en el presente Proyecto.

Los datos incluidos en la Memoria y Anejos, así como la justificación de precios tienen carácter meramente informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la Obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe, y si procede, redacte el oportuno proyecto.

ARTÍCULO 4.- Compatibilidad y relación entre los documentos.

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

ARTÍCULO 5.- Director de la obra.

La propiedad nombrará en su representación a un Ingeniero Agrónomo Superior, Ingeniero Técnico Agrícola o Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, en quien recaerán las labores de dirección, control y vigilancia de las obras del presente Proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director, o sus subalternos, puedan llevar a cabo su trabajo con el máximo de eficacia.

No será responsable ante la propiedad de la tardanza de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. La tramitación es ajena al Ingeniero o Director, quien una vez conseguidos todos los permisos, dará orden de comenzar la obra.

ARTÍCULO 6.- Disposiciones a tener en cuenta

- Ley de Contratos del Estado aprobada por Decreto 923/1.965 de 8 de abril.
- Reglamento General de Contratación para aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3.354/1.967 de 28 de diciembre.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales vigentes del M.O.P.U.
- Normas Básicas (N.B.E.) y Tecnológicas de la Edificación (N.T.E.)
- Instrucción E.H.E para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa, hormigón armado o pretensado.
- Métodos y Normas de Ensayo de Laboratorio Central del M.O.P.U.
- Resolución General de Instrucciones para la construcción de 31 de octubre de 1.966.

CAPITULO II: CONDICIONES DE INDOLE TECNICA

ARTÍCULO 7.- Replanteo.

Antes de dar comienzo a las obras, el Contratista, auxiliado del personal subalterno necesario y en presencia del Ingeniero Director de Obras, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo, se levantará acta de comprobación del replanteo.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista o de su representante.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

ARTÍCULO 8.- Demoliciones.

Se adoptará lo prescrito en la Norma **N.T.E.-A.D.D.** "Acondicionamiento del terreno. Desmontes. Demoliciones", en cuanto a Condiciones Generales de ejecución, criterios de valoración y de mantenimiento.

Para la demolición de las cimentaciones y elementos enterrados se consultará además de la norma **N.T.E. - A.D.V.**, para los apeos y apuntalamiento, la norma **N.T.E.-E.M.A.**

ARTÍCULO 9.- Movimiento de tierras.

Se refiere el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y a la excavación de zanjas y pozos.

Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

N.T.E. - A.D "Acondicionamiento del Terreno. Desmontes"

N.T.E. - A.D.E. "Explanaciones".

N.T.E. - A.D.V. "Vaciados"

N.T.E. - A.D.Z. "Zanjas y Pozos"

ARTÍCULO 10.- Red horizontal de saneamiento.

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los diferentes aspectos relacionados con los sistemas de captación y conducción de aguas del subsuelo para protección de la obra contra la humedad. Se adoptan las condiciones generales de ejecución y seguridad en el trabajo, condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial, control de la ejecución, criterios relativos a la prueba de servicio, criterios de valoración y normas para el mantenimiento del terreno, establecidas en la **N.T.E. "Saneamientos, Drenajes y Avenamientos"**, así como el establecido en la **Orden de 15 de septiembre de 1.986, del M.O.P.U.**

ARTÍCULO 11.- Condiciones de los cimientos.

Se deberán investigar mediante los oportunos reconocimientos las condiciones de resistencia e impermeabilidad de la cimentación, extendiendo su estudio a un número suficiente de puntos de la superficie de apoyo. Los resultados de estos reconocimientos se incorporarán al proyecto y deberán tenerse en cuenta en los cálculos del mismo.

En estos reconocimientos, se tomarán muestras y testigos. En el caso de que éstos sean de roca, se conservarán perfectamente rotulados y ordenados en lugar próximo a la obra, a disposición de los Servicios que hayan de inspeccionarla en su día.

Cuando las muestras extraídas sean de materiales sueltos, se enviarán a un laboratorio, en el que se determinen los coeficientes precisos para la elaboración del proyecto.

En el Proyecto deberán preverse las disposiciones necesarias para que la presión intersticial en los cimientos no sobrepase en ningún punto y con ningún régimen los límites admisibles, y que la velocidad de filtración sea suficientemente reducida para evitar arrastres o sifonamientos. Si el terreno no es lo suficientemente impermeable, se formarán pantallas o rastrillos, o bien se alargará el camino de filtración por medio de zampeados, prolongados hacia aguas arriba.

ARTÍCULO 12.- Instalaciones de fontanería.

Regula el presente artículo las condiciones relativas a la ejecución, materiales y equipos industriales, control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento y distribución de agua.

Se adopta lo establecido en las normas:

-N.T.E.-I.F.A.: "Instalaciones de fontanería".

-N.T.E.-I.F.C.: "Instalaciones de fontanería. Agua caliente".

-N.T.E.-I.F.F.: "Instalaciones de fontanería. Agua fría".

ARTÍCULO 13.- Instalaciones de protección.

Se refiere el presente artículo a las condiciones de ejecución, de los materiales de control de la ejecución, seguridad en el trabajo, medición, valoración y mantenimiento, relativas a las instalaciones de protección contra fuego y rayos.

Se cumplirá lo prescrito en la Norma **N.B.E.-C.P.I.-81** sobre condiciones de protección contra incendios y se adoptará lo establecido en la **norma N.T.E.-I.P.F. "Protección contra el fuego"** y anejo nº 6 de la E.H.E. Así como lo establecido en la **norma N.T.E.-I.P.P. "Pararrayos"**

ARTÍCULO 14.- Obras o instalaciones no especificadas.

Si en el transcurso de los trabajos fuera necesario ejecutar alguna clase de obra no regulada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista queda obligado a ejecutarla con arreglo a las instrucciones que reciba del Ingeniero Director quien, a su vez, cumplirá la normativa vigente sobre el particular. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna.

ARTICULO 15.- Materiales en general.

Todos los materiales que hayan de emplearse en la ejecución de las obras deberán reunir las características indicadas en este Pliego y en los cuadros de precios y merecer la conformidad del Director de Obra, aún cuando su procedencia este fijada en el Proyecto.

El Director de Obra tiene la facultad de rechazar en cualquier momento aquellos materiales que considere no responden a las condiciones del Pliego o que sean inadecuadas para el buen resultado de los trabajos.

Los materiales rechazados deberán eliminarse de la obra dentro del plazo que señale su Director.

El Contratista notificará con suficiente antelación al Director de Obra la procedencia de los materiales aportando las muestras y datos necesarios para determinar la posibilidad de su aceptación.

La aceptación de una procedencia o cantera no anula el derecho del Director de Obra a rechazar aquellos materiales que a su juicio, no respondan a las

condiciones del Pliego, aún en el caso de que tales materiales estuvieran ya puestos en obra.

ARTÍCULO 16.- Análisis y ensayos para la aceptación de los materiales.

En relación con cuanto se prescribe en este Pliego acerca de las características de los materiales, el Contratista está obligado a presenciar o admitir en todo momento, aquellos ensayos o análisis que el Director de Obra juzgue necesario realizar para comprobar la calidad, resistencia y restantes características de los materiales empleados o que hayan de emplearse.

La elección de los laboratorios y el enjuiciamiento e interpretación de dichos análisis serán de la exclusiva competencia del Director de Obra.

A la vista de los resultados obtenidos, rechazará aquellos materiales que considere no responden a las condiciones del presente Pliego.

ARTÍCULO 17.- Trabajos en general.

Como norma general, el Contratista deberá realizar todos los trabajos adoptando la mejor técnica constructiva que se requiera para su ejecución y cumpliendo para cada una de las distintas obras las disposiciones que se prescriben en este Pliego. Así mismo, se adoptarán las precauciones precisas durante la construcción.

Las obras rechazadas deberán ser demolidas y reconstruidas dentro del plazo que fije el Director de Obra.

ARTÍCULO 18.- Equipos mecánicos.

La Empresa constructora deberá disponer de los medios mecánicos precisos con el personal idóneo para la ejecución de los trabajos incluidos en el Proyecto.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán estar en todo momento en perfectas condiciones de funcionamiento y quedarán adscritos a la obra durante el curso de ejecución de las unidades en que deben utilizarse no pudiendo retirarlas sin el consentimiento del Director.

ARTÍCULO 19.- Análisis y ensayos para el control de calidad de obras

El Contratista está obligado en cualquier momento a someter las obras ejecutadas o en ejecución a los análisis y ensayos que en clase y número el Director juzgue necesario para el control de la obra o para comprobar su calidad, resistencia y restantes características.

El enjuiciamiento de resultados de los análisis y ensayos será de la exclusiva competencia del Director, que rechazará aquellas obras que considere no respondan en su ejecución a las normas del presente Pliego.

Los gastos que se originen por la toma, transporte de muestras y por los análisis y ensayos de estas, serán abonados de acuerdo con la **Cláusula 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado**.

ARTÍCULO 20.- Tuberías y piezas especiales

Las tuberías de drenaje serán de PVC corrugadas del diámetro nominal que se especifica en los planos correspondientes, las cuales tendrán una longitud de 6 m y su unión entre ellas será por copa con junta elástica. La norma aplicable a los tubos de esta clase es la norma **U.N.E 53-114-88**.

Asimismo, las tuberías de salida serán de PVC del diámetro especificado en los planos incluidos en el Documento número dos del presente proyecto, de 6 m de longitud; la unión entre dos tubos se realizará mediante junta elástica bilabiada, constituida por una copa conformada en caliente y su correspondiente junta, debiendo mantener la copa el mismo espesor que el resto del tubo.

En la elección del timbraje habrá que tener presente que la presión máxima en funcionamiento ha de ser menor que la presión de trabajo del tubo, debiendo cumplir la tubería la norma **U.N.E 53-112-88**.

En los casos en que se utiliza chapa de acero, deberá ser de 8 mm. de espesor, galvanizada y pintada exteriormente con pintura anticorrosiva.

ARTÍCULO 21.- Válvulas, accionamiento y bridas.

En cuanto a las válvulas que van a usarse serán de mariposa del diámetro nominal que corresponda, con PN 16 atm. embridada, de longitud según **ISO 5752**, y bridas y orificios según **ISO 7005-2**.

Respecto a la válvula, los materiales utilizados serán, para el cuerpo fundición gris **GG-25 según la norma DIN 1691**, para el disco **acero inoxidable o fundición dúctil GGG-40 según la norma DIN 1693**, para el eje superior e inferior así como para el pasador cónico **acero inoxidable**.

Los ensayos a realizar serán mediante una prueba hidráulica en:

- Asiento: 1,1 x PN
- Disco: 1,1 x PN
- Cuerpo: 1,5 x PN (min)
- Función 1 x cerrar/abrir

El modo de accionamiento será a través de un desmultiplicador con volante cuya construcción estará regida según la norma **DIN 40050/BS5420/IP65**. Los materiales que se utilizarán para su construcción serán para la carcasa **fundición gris GG-25**, para los engranajes, eje y volante **acero al carbono C45**, para el balancín **fundición dúctil GGG-40** y para el cojinete **bronce**.

La brida de unión a la tubería será una brida universal hasta 16 bar, cuyos orificios universales estarán regidos por la norma **ISO 7005-2**. Los materiales de esta serán para el cuerpo y contrabrida **fundición dúctil GGG-40 según la norma DIN 1693**, y los tornillos serán de acero revestidos de nylon.

La válvula debe estar protegida por un tubo de hormigón de las dimensiones necesarias para que la protección sea la correcta, y siempre a tenor de que lo pueda indicar en cualquier momento el Director de Obras, apoyado sobre 4 bloques de hormigón vibrado celular y protegida por una tapa de chapa galvanizada.

Caso de algún inconveniente que impida la colocación del material citado en la forma mencionada se consultará la posible solución a tomar con el Ingeniero Director de la obra para que este decida.

ARTÍCULO 22.- Excavación de las zanjas.

Las dimensiones de las zanjas se ajustarán a los especificados en los planos y mediciones de este Proyecto, siendo recomendable que no transcurran más de cinco (5) días entre la excavación de la zanja y la colocación de la tubería.

Las zanjas pueden abrirse a mano o mecánicamente, pero en cualquier caso, su trazado deberá ser correcto, perfectamente alineado en planta y con la rasante uniforme. Los nichos que eventualmente sean necesarios abrir en el fondo para las juntas, no deben efectuarse hasta el momento de montar los tubos y a medida que se verifique esta operación, para asegurar su posición y conservación. Si al excavar hasta la línea necesaria, según las dimensiones indicadas en los planos, quedarán al descubierto piedras, cimentaciones, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de dicha línea, para efectuar un relleno posterior.

El relleno de estas excavaciones complementarias se efectuará preferentemente, con arena suelta, grava o piedra machacada, siempre que los elementos más gruesos no excedan de dos centímetros (2 cm). Estos rellenos se apisonarán, cuidadosamente por tongadas.

Cuando la zanja tenga una profundidad, superior a uno cincuenta metros (1,5 m.), deberán realizarse entibaciones, de acuerdo con las normas vigentes.

ARTÍCULO 23.- Montaje de los tubos y relleno de las zanjas.

Los tubos no se apoyarán directamente sobre la rasante de la zanja, sino sobre cama de arena de treinta centímetros (30 cm.) de espesor, se rellenará hasta la generatriz de la tubería con material seleccionado proveniente de la excavación y el resto evitando la presencia de cantos de tamaño excesivo.

Cuando se interrumpa la colocación de tuberías se taponarán los extremos libres de agua, agotando con bomba o dejando desagües en la excavación.

Para proceder al relleno de las zanjas se precisará autorización expresa del Ingeniero Director. Para realizar este relleno se cumplirán las normas especificadas en este Pliego de Condiciones.

Una vez montados los tubos y las piezas, y antes de realizar el relleno, se procederá a la ejecución de los anclajes, empleándose para cada caso los tipos establecidos en los planos y mediciones de este Proyecto.

ARTÍCULO 24.- Prueba de las tuberías.

El Ingeniero Director podrá ordenar, en el momento oportuno, la prueba de las tuberías por tramos. Dicha prueba será de dos clases.

- 1) Prueba de presión interior.
- 2) Prueba de estanqueidad.

El contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario; el Director de obra podrá mandar sustituir los manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente.

ARTÍCULO 25.-Movimiento de tierras para nivelación del terreno.

25.1.- Definición de las obras.

Con la denominación genérica de nivelación se entiende las obras de movimiento de tierra para reducir pendientes según las cotas indicadas en los planos.

25.2.- Trabajos que comprende.

Con independencia de los trabajos y obras previas y complementarias a las nivelaciones propiamente dichas, las obras que habrán de ser ejecutadas son:

- a) Excavación, transporte y formación de terraplenes.
- b) Refino de taludes de desmonte y terraplenes.

25.3.- Condiciones de la tierra, equipos de trabajo y mano de obra.

Se entiende que por diferentes movimientos de las tierras el contratista tiene conocimiento de la naturaleza de estas y que acepta su condición, por lo que no podrá presentar reclamación alguna a este respecto.

En consecuencia el contratista vendrá obligado a la ejecución de las obras, cualquiera que sea la clase o naturaleza de las tierras que vayan apareciendo durante la construcción de las obras como también de la dureza de las mismas, tanto del suelo como del subsuelo.

Todo el personal empleado en la ejecución de los trabajos, en especial los conductores de equipos mecánicos, deberán reunir las debidas condiciones de competencia y comportamiento que sean requeridas a juicio del Director de las obras, quien podrá ordenar la separación de la obra de cualquier dependiente y operario del contratista que no satisfaga dichas condiciones, sea cual sea su cometido.

La excavación de tierras, transporte y formación de terraplenes se realizarán mediante equipos mecánicos.

El contratista quedará en libertad de elegir el tipo de potencia y capacidad de los equipos. No obstante el Ingeniero Director de las obras podrá exigir una capacidad mínima de los equipos como garantía del cumplimiento del plazo de ejecución.

El refino de taludes y la construcción de balates podrá realizarse a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos

25.4.- Disposiciones sobre replanteo del nivelado de trabajo y mano de obra.

Como norma general, el Contratista deberá realizar todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto, adoptando la mejor técnica constructiva que cada obra requiera para su ejecución, y cumpliendo para cada una de las distintas unidades de obra las disposiciones que se prescriben en el presente Pliego.

Todas las obras realizadas deberán ser aceptadas por el Director de Obra, quien tendrá la facultad de rechazar en cualquier momento, aquellas que considere no respondan a las normas del Pliego.

Las obras rechazadas deberán ser demolidas o reconstruidas dentro del plazo que fije el Director de las obras.

La Dirección de Obra realizará sobre el terreno el replanteo general de las obras de nivelado, dejando las señales necesarias para que el Contratista pueda efectuar debidamente las obras.

En ningún caso debe el Contratista comenzar las obras sin haber llevado a cabo por la Dirección de obra el replanteo oportuno, siendo responsable exclusivo de cualquier error derivado de su actuación.

La empresa deberá conservar, cuidar y reponer las señales de referencia hasta la terminación de las obras, corriendo a sus expensas los gastos que se originen por este motivo.

25.5.- Análisis y ensayos para el control de las obras

Serán obligaciones del Contratista el someter en cualquier momento las obras ejecutadas o en ejecución a los análisis y ensayos que el Ingeniero encargado juzgue necesarios para el control de las mismas o para comprobar la calidad, resistencia y el resto de características.

Los análisis y ensayos para el control de las obras se realizarán en el laboratorio que el Contratista mantenga a pie de obra, o en aquellos otros que previamente el Director de obra designe.

Todos los gastos derivados de la toma y análisis de las muestras serán a cargo del Contratista.

A través de la interpretación de los análisis que serán de competencia exclusiva del Ingeniero Director de Obra, serán rechazadas todas aquellas obras que considere no responden en su ejecución a las normas del presente proyecto, no pudiendo el Contratista apelar contra este juicio basándose en diferentes resultados de otros ensayos encargados en otros laboratorios.

25.6.- Precauciones a adoptar durante las ejecuciones de los trabajos.

El Contratista vendrá obligado a emplear cuantos medios de seguridad, a fin de eliminar todo posible motivo de accidente durante la ejecución de las obras que no deriven del presente Proyecto.

Igualmente pondrá especial cuidado para evitar daños a propiedades tanto públicas como privadas.

CAPITULO III: CONDICIONES DE LAS TUBERIAS DE POLIETILENO.

EPIGRAFE I: CONDICIONES GENERALES

ARTÍCULO 26.- Campo de aplicación.

En este documento se consideran las tuberías fabricadas con polietileno (PE) que se utilizan únicamente para el transporte de agua de riego, correspondientes al proyecto de “Puesta en riego por cobertura total enterrada y riego localizado de 94,22 hectáreas en la localidad de La Cartuja de Monegros (Huesca) con agua procedente del canal de Monegros”.

ARTICULO 27.- Definiciones

Polietileno. Es un plástico derivado del etileno al que se somete a un proceso de calor y presión que provoca la polimerización. Sus propiedades dependen de su peso molecular, de su densidad y de la distribución estadística de los diferentes pesos moleculares de las macromoléculas.

Las tuberías de polietileno (PE) son fabricadas mediante un procedimiento de extrusión que puede ser simple o simultáneo y múltiple.

Los tipos de PE están definidos en la norma **UNE 53.188** y son:

- Polietileno de baja densidad (BD ó PE 32)
- Polietileno de media densidad (MD ó PE 50B)
- Polietileno de alta densidad (AD ó PE 50 A)

Diámetro nominal. Es el diámetro exterior teórico en milímetros declarado por el fabricante, a partir del cual se establecen las tolerancias. Sirve de referencia para designar y clasificar por medidas los diversos elementos de una conducción acoplables entre sí.

Juntas. Son los sistemas o conjuntos de piezas utilizados para la unión de tubos entre si o de estos con las demás piezas de la conducción.

Piezas especiales. Se denominan piezas especiales a aquellos elementos que se intercalan en la conducción para permitir realizar cambios de dirección, derivaciones, reducciones, cierres de la vena líquida, etc.

ARTÍCULO 28.- Características generales.

Los tubos de polietileno son producidos a base de resina de polietileno y un aditivo de negro de humo que los protege contra la acción de los rayos ultravioleta y, por tanto, aumenta su estabilidad. Los producidos por extrusión simple contienen un 2,5 por 100 \pm 0,5 por 100 de negro de humo, mientras que los obtenidos por extrusión simultánea y múltiple contienen esa proporción de negro de humo sólo en su capa exterior.

Los tubos de PE acabados tienen las siguientes características, todas ellas dadas para unas condiciones de ambiente de 20 \pm 2 °C de temperatura y 50 por 100 \pm 5 por 100 de humedad relativa:

Polietileno de baja densidad (BD).- Densidad de la resina base (polietileno incoloro) menor o igual que 0,93 gr/cm³ como máximo. Su resistencia química es buena, pero su resistencia al calor es relativamente baja.

Resistencia mínima a la tracción: 90 Kg/cm²

Índice de fluidez: > 10 gr/10 minutos

Coefficiente térmico de dilatación lineal: 0,18 mm/m. °C

Módulo de elasticidad: 1.700 Kg/cm²

Polietileno de media densidad (MD).- Densidad de la resina base entre 0,931 a 0,94 gr/cm³. Son tubos relativamente menos flexibles, más duros y más resistentes a la temperatura que los de BD. Deben trabajar a una tensión circunferencial de 40 Kg/cm². como máximo.

Su resistencia química es parecida al de BD.

Resistencia mínima a la tracción: 160 Kg/cm²

Índice de fluidez de 1 a 0,4 gr./10 minutos.

Coefficiente térmico de dilatación lineal: 0,15 mm/m °C.

Módulo de elasticidad: 5.600 Kg/cm²

Polietileno de alta densidad (AD).- Densidad de la resina base superior a 0,94 gr/cm³. Son tubos relativamente rígidos y duros. Tienen la máxima resistencia a la temperatura y a los agentes químicos. Deben trabajar a una tensión circunferencial de 50 Kg/cm² como máximo.

Resistencia mínima a la tracción: 200 Kg/cm²

Índice de fluidez menor que 0,4 gr/10 minutos

Coefficiente térmico de dilatación lineal: 0,12 mm/m °C

Módulo de elasticidad: 8.700 kg/cm²

ARTÍCULO 29.- Características hidráulicas.

El pulimento y la uniformidad de la superficie cilíndrica interior de los tubos y juntas serán tales que podrán aplicarse las siguientes ecuaciones para el cálculo de los distintos parámetros hidráulicos.

Para tubería de PE se usará la fórmula de Darcy-Weisbach.

ARTÍCULO 30.- Presiones

Presión de trabajo (Pt), calculada en el proyecto, es la presión hidráulica interior máxima dinámica, estática o transitoria, a la cual puede estar sometida la tubería, una vez instalada definitivamente. Se expresará en kg/cm².

Presión normalizada (PN), es la presión hidráulica interior de la prueba sobre banco en fábrica, que sirve para tipificar, clasificar y timbrar, tanto los tubos como las piezas especiales.

Los tubos que el comercio ofrece en venta habrán sufrido en fábrica la prueba a dicha presión normalizada, sin causar falta de estanqueidad. Se expresará en kg/cm².

Presión de rotura (Pr) es la presión hidráulica interior que produce una tensión circunferencial en el tubo capaz de producir su rotura a tracción.

Todas estas presiones están relacionadas con la tensión circunferencial mediante la ecuación dimensional de los tubos.

$$P = \frac{2e}{D - e} \cdot \sigma$$

siendo:

P = presión (Kg/cm²)

D = diámetro exterior medio del tubo (cm.)

e = espesor de la pared del tubo (cm.)

@ = Esfuerzo de tracción circunferencial (Kg/cm²)

ARTÍCULO 31.- Características geométricas.

Longitud. La tubería de polietileno se sirve generalmente en rollos. La longitud de cada uno de ellos no está definida ya que depende del diámetro del tubo.

Diámetro nominal. El diámetro nominal es un número convencional de designación que sirve para clasificar por dimensiones los tubos, piezas y demás elementos de las conducciones y corresponde al diámetro exterior teórico en milímetros sin tener en cuenta las tolerancias.

Espesor nominal. Los espesores nominales de los tubos serán los que figuran en la tabla siguiente:

TUBERIA DE 6 ATMOSFERAS		TUBERIA DE 10 ATMOSFERAS	
DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)	DIÁMETRO (mm)	ESPESOR (mm)
400	15.3	315	18.7
450	17.2	400	23.7
500	19.1	450	26.7
630	24.1	500	29.6

Sección del tubo. La sección del tubo perpendicular a su eje será una corona circular.

ARTÍCULO 32.- Juntas.

Cualquiera que sea el tipo de junta utilizada (mecánica, elástica o soldada) producirá una pérdida de carga máxima equivalente a 3 metros de tubería de igual diámetro. Deberá soportar la corrosión y las influencias climáticas. Tendrá como mínimo, las mismas características de resistencia a presiones hidráulicas interiores y a presiones exteriores que la tubería de PE a la que une.

ARTÍCULO 33.- Accesorios.

Las piezas especiales o accesorios cumplirán con las características fijadas para las juntas y demás elementos que se especifican en el proyecto.

ARTÍCULO 34.- Uniformidad.

Salvo especificación en contrario del proyecto, los tubos, juntas y accesorios suministrados para la obra tendrán características geométricas uniformes dentro de cada diámetro y tipo establecidos.

El director de obra podrá modificar esta norma cuando a su juicio sea conveniente.

ARTÍCULO 35.- Marcas

Todos los tubos y piezas llevarán permanentemente marcadas en zona apropiada y visible, de forma que no obstruya su normal funcionamiento, al menos los siguientes datos:

En tubos marcas espaciadas a intervalos de 1,5 m como máximo, con al menos los siguientes datos:

- Diámetro nominal (mm)
- Espesor nominal (mm)
- Presión normalizada (kg./cm²)
- Densidad del material
- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación.

En las juntas o accesorios:

- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación.
- Material del que está hecho:
 - ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno)
 - NP (Nylon)
 - PP (Polipropileno)

- PVC (Policloruro de vinilo)
- Diámetro nominal (mm).
- Presión normalizada (kg./cm²).

EPIGRAFE II: MATERIAS PRIMAS

ARTÍCULO 36.-Materiales componentes de las tuberías de P.E.

Las tuberías de PE como ya se ha indicado, estarán fabricadas a base de etileno. Estos polímeros cumplirán con lo establecido en la norma **UNE 53.188**.

ARTÍCULO 37.- Ensayos de los materiales.

No se prevé, en principio, efectuar ensayos contradictorios de los materiales salvo que exista discrepancia entre el promotor y el contratista sobre su calidad. En este caso, los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos que sea preciso efectuar en laboratorios designados por el promotor, como consecuencia de interpretaciones dudosas de los ensayos realizados en fabrica o en obra, serán abonados por el contratista o por el promotor, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen, respectivamente, los elementos o partes de ellos ensayados.

- Determinación de la densidad.

La densidad es la masa por unidad de volumen de material a 20 grados \pm 2 grados centígrados. Se expresan en kg./m³ o gr./cm³. Su determinación se efectuara según las normas **UNE 53.188, 53.020 y 53.195**. De acuerdo con el resultado la resina base del PE (PE incoloro) se clasificar en:

- Baja densidad (BD), hasta 0,93 gr./cm³.
- Media densidad (MD), de 0,931 a 0,94 gr./cm³.
- Alta densidad (AD), más de 0,94 gr./cm³.

La alta tolerancia de densidad para los tubos BD y MD ser de \pm 0,003 gr./cm³. y para el tipo AD ser de \pm 0,004 gr./cm³.

- Determinación del índice de fluidez.

El índice de fluidez es el peso en gramos del producto fundido y extraído durante diez minutos a $190 \pm 0,5$ grados centígrados a través de una boquilla de $8 \pm 0,0025$ mm de longitud y un diámetro de $2,095 \pm 0,005$ mm por presión de un pistón con una carga especificada. La determinación de este índice se efectuara de acuerdo con lo establecido en la norma **UNE 53.098**.

Según los valores obtenidos del índice de fluidez se establecen cinco tipos:

Tipo 1,	$< 0,2$ gramos $\pm 30\%$
Tipo 2,	$0,2$ a 1 gramos $\pm 30\%$
Tipo 3,	1 a 10 gramos $\pm 20\%$
Tipo 4,	10 a 25 gramos $\pm 20\%$
Tipo 5,	≥ 25 gramos $\pm 20\%$

✎ El PE de BD tendrá un índice de fluidez > 10 gr.

✎ El PE de MD tendrá un índice de fluidez de 1 a $0,4$ gr.

✎ El PE de AD lo tendrá $< 0,4$ gr.

- Contenido en volátiles

El contenido máximo en volátiles de los materiales de PE será inferior a $0,5\%$. Su determinación se efectuará de acuerdo con la norma **UNE 53.135 o 53.272**.

- Contenido en cenizas

El contenido máximo en cenizas para los polímeros de etileno será de $0,05 \pm 0,005\%$, exceptuando los tipos con aditivos especiales. Su determinación se realizará de acuerdo con la norma **UNE 53.090**.

- Aspecto

La granza o polvo de moldeo de los polímeros de etileno tendrán tamaño y composición uniformes. Su coloración también será uniforme y deberá estar exento de materiales extraños que contaminen su pureza. El tipo de polímero será tal que no contendrá más del 5% (molar) de comonomero olefínico sin ningún otro grupo funcional y mezcla de tales polímeros.

EPIGRAFE III: FABRICACION

ARTÍCULO 38.- Procedimiento de fabricación.

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión simple o múltiple simultáneo. En este último caso, la unión entre las distintas capas será fuerte y uniforme, sin que sea posible separar una de otra con un instrumento cortante en ningún punto. El espesor de la capa exterior deberá ser como mínimo de 0,51 mm.

Las instalaciones de fabricación, tanto de tubos como de juntas y accesorios, estarán preparadas para la elaboración continua o en serie, obedeciendo a normas de tipificación compatibles con el presente pliego.

ARTÍCULO 39.- Acabado de tuberías.

Las tuberías se prepararán en rollos de la misma longitud para un diámetro y timbraje determinado. Se procurará que la longitud de cada rollo sea múltiplo de 25m.

Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas presentando la superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones u otros eventuales defectos.

ARTÍCULO 40.- Laboratorio y banco de pruebas.

El fabricante dispondrá de laboratorio para control de las características físicas y químicas de la materia prima y productos acabados. También tendrá un banco de pruebas hidráulicas.

En ellos se realizarán los siguientes controles:

- 1) De la materia prima (al menos los especificados en el capítulo II de este pliego).
- 2) Del proceso de fabricación.
- 3) De los productos acabados (al menos los especificados en este pliego).

EPIGRAFE IV: ENSAYOS Y PRUEBAS

ARTICULO 41.-Pruebas de tubos y tuberías.

- Clasificación. Las pruebas se clasifican en dos grupos :

- a) Pruebas y controles en fábrica.
- b) Pruebas en obra.

a) Pruebas y controles en fábrica

- Normativa general. La dirección de obra controlará el proceso de fabricación y las materias primas utilizadas en él.

Si el contratista no es fabricante de algunos de los elementos que deben formar parte de la red de riego, deberá introducir en su contrato de suministro la cláusula que permite efectuar su control. Cuando existan procesos industriales secretos, se advertirá así en la oferta, sustituyéndose el control de proceso por un control especial de calidad del producto acabado.

El fabricante comunicará con quince (15) días de antelación de manera escrita y expresa a la dirección de obra la fecha en que pueden comenzarse las pruebas. La dirección de obra puede asistir de manera personal o representada a tales pruebas. Si no existe el fabricante enviará certificación de los resultados obtenidos. Esta certificación se hará siempre y, por lo menos, se referirá a la prueba de estanqueidad que obligatoriamente ha de realizarse sobre cada tubo o rollo. También se extenderá certificado de la prueba de resistencia a presión hidráulica interior de larga duración hecha sobre muestreo tal como se especifica en este pliego.

- Pruebas a efectuar en fábrica. Las pruebas a efectuar en fábrica serán al menos las siguientes:

- i) Sobre la materia prima:
 - ✓ Determinación de la densidad
 - ✓ Determinación del índice de fluidez
 - ✓ Contenido en volátiles
 - ✓ Contenido en cenizas

✓ Aspecto

Dichas pruebas se efectuarán de acuerdo con lo establecido en el capítulo II de este pliego.

ii) Sobre el producto acabado:

- ✓ Aspecto
- ✓ Dimensiones
- ✓ Densidad
- ✓ Contenido en negro de humo
- ✓ Dispersión del negro de humo
- ✓ Prueba de estanqueidad
- ✓ Prueba de resistencia a presión interior de larga duración.
- ✓ Prueba de rotura por presión hidráulica interior
- ✓ Prueba de envejecimiento
- ✓ Prueba de rugosidad.

- Formación y control de lotes.

Las pruebas a efectuar constituyen un método doble de control para garantizar una probabilidad baja de que existan elementos defectuosos.

El proveedor clasificará los elementos por lotes de 40 rollos o 200 tubos de la misma clase o facción, según se vaya a servir ese material.

Los tubos o rollos deberán estar ordenados por series con numeración correlativa. El director de obra recibirá una relación de los números con las piezas a examinar y por procedimiento aleatorio escogerá en cada lote el número de elementos necesarios para cada etapa de control.

Siempre que un lote sea desechado se identificarán y marcarán todas las piezas por algún procedimiento que permitirá su fácil reconocimiento como no aptas. Además se tomará nota del número de cada pieza para evitar fraudes. En el caso de que estos elementos se incluyan en la obra, en contra de las instrucciones del director de obra, podrá llegarse a la rescisión del contrato.

- Pruebas sobre productos terminados.

Todas las pruebas que se relacionan a continuación se harán en un ambiente a 20 grados \pm 2 grados C. y una humedad relativa de 50 \pm 5%, salvo que se especifique otra temperatura para alguna prueba específica.

- Prueba de aspecto.

El tubo deber tener un aspecto homogéneo, libre de cualquier grieta visible, orificio, inclusiones extrañas, burbujas u otros defectos. Todo elemento que a simple vista presente alguno de estos defectos será rechazado. Su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo y las piezas suprimidas no se repondrán en el lote, debiendo este quedar con su número primitivo rebajado en el de las piezas eliminadas.

- Dimensiones.

Se hará la prueba sobre un rollo o cinco tubos de cada lote para el control de lo siguiente:

- Espesor de la pared del tubo
- Longitud
- Diámetro exterior

Las pruebas se verificarán de la siguiente forma:

- Se medirá cada una de las dimensiones anteriores en un rollo o cinco tubos seleccionados. Se hallara la media aritmética de cada dimensión y las desviaciones con respecto a la media.
- Se obtendrá la desviación típica y el intervalo de confianza con una fiabilidad del 95,5%. El intervalo de confianza será: $m \pm 2S$. Siendo S la desviación típica de los valores medidos.

Si los valores extremos del intervalo de confianza no superan las tolerancias, se admitirá el lote. En caso contrario se rechazará.

Procedimiento para efectuar estas determinaciones:

a) Espesor de la pared del tubo: Se medirá con un micrómetro para superficies curvas en el que se aprecien \pm 0.05 mm. Por tanto se efectuarán ocho medidas.

Estas se repartirán sobre dos diámetros perpendiculares en cada una de las secciones situadas por lo menos, un diámetro de los extremos. En los rollos se efectuarán 20 medidas en cada uno de los extremos a partir de por lo menos, un diámetro del final, repartidas en cinco secciones separadas 10 cm. entre si y sobre dos diámetros perpendiculares en cada una de ellas.

b) Longitud: Se medirá con cinta métrica metálica graduada a 1 mm. Como mínimo colocando el tubo sobre una superficie plana y en línea recta.

c) Diámetro exterior: Se obtendrá midiendo el perímetro del tubo y dividiendo por π . Esta medida se efectuará con aproximación de $\pm 0,10$ mm. y se realizará en dos secciones situadas a 1/3 de su longitud nominal de cada extremo. En el rollo se efectuara en 10 secciones, cinco de cada extremo a partir de 1 m. de él y separadas 1 m. entre sí.

- Determinación de la densidad.

Se determinará de acuerdo con la norma **UNE 53.020-73**, por el método de columna de gradiente. Para calcular la densidad de la resina del PE (incolore) se empleara la ecuación:

$$DR = Dp - 0,0044 C$$

en donde:

- DR = Densidad de la resina en gr/cm^3
- Dp = Densidad del tubo en gr/cm^3
- C = Porcentaje en peso de negro de humo.

La prueba se realizará en cinco muestras de cada lote. Si una de las muestras no cumple con lo señalado por el fabricante en el tubo, se repetirá la prueba con otras cinco muestras. Si una de estas muestras o dos de la primera serie no cumpliesen se rechazará el lote.

- Determinación del contenido en negro de humo.

La prueba consiste en determinar el contenido en negro de humo del compuesto de PE utilizado en el tubo. Se efectúa por calentamiento del material a 500 grados C. En atmósfera de nitrógeno y según se especifica en la norma **UNE 53.142**.

La prueba se realiza en cinco muestras de cada lote. El resultado deberá ser de $2,5 \pm 0,5$ por 100 en peso.

Si la extrusión es simultánea y múltiple, la prueba se realizará sobre la capa exterior y tendrá que dar el mismo resultado con relación a esta capa.

Si una de las muestras no cumple con lo señalado se repetirá la prueba en otras cinco muestras. Si una de estas o dos de la primera serie no dieran resultados satisfactorios, se rechaza el lote.

- Determinación de la dispersión del negro de humo.

El ensayo consiste en comprimir pequeñas muestras de material hasta formar una lámina delgada entre las platinas de un microscopio a una temperatura bastante aproximada a la fusión del material. Seguidamente se compara el aspecto de la muestra a 200 aumentos con las microfotografías de las figuras 2 y 3 de la norma **UNE 53.142**.

Para tubos se corta con un micrótopo una lámina delgada de material y se examina en el microscopio.

La prueba se realizará sobre cinco muestras por lote y los resultados se valorarán como en los artículos anteriores de este pliego.

- Prueba de estanqueidad.

La muestra se compondrá de cinco trozos de tubo de 30 cm. de longitud por cada lote, que contendrán la marca de fábrica.

Cada trozo se cerrará en sus extremos por algún procedimiento que no implique alteración de la resistencia y permita la formación de fuerzas axiales sobre la pared del tubo cuando se le someta a la presión de prueba. Las muestras serán sometidas a una temperatura de 20 grados ± 2 grados C., a la que permanecerán desde una hora antes del ensayo y se tomarán precauciones para asegurar que no

quede atrapado aire en el sistema. Se conectará a una fuente de presión hidráulica. Se secará la superficie externa del tubo. Se elevará la presión hidráulica interior 1 kg/cm² cada minuto hasta llegar a alcanzar la presión hidráulica. Se secará la superficie externa del tubo. Se elevará la presión hidráulica interior 1 kg/cm² cada minuto hasta llegar a alcanzar la PN, manteniendo esta situación durante una hora. En este tiempo no deberán producirse fugas, goteos ni transpiraciones visibles. Si una muestra diera un resultado negativo se repetirá otra vez la prueba en otras cinco. Si se produjese en una muestra de esta segunda tanda un resultado negativo, se rechazará el lote. Si en la primera tanda de pruebas hay dos resultados negativos también se rechazará todo el lote.

- Prueba de resistencia a presión hidráulica interna de larga duración

Se tomarán diez muestras por cada lote que tendrán una longitud de, por lo menos, diez veces su diámetro nominal, con una longitud mínima de 25 cm. las cuales contendrán la marca.

Como en el caso anterior de la prueba de estanqueidad se cerrarán los dos extremos de cada trozo de tubo. Se separarán las muestras en dos lotes de cinco y se someterá uno de ellos a 37 grados \pm 2 grados C., y el otro a 20 grados \pm 2 grados C., por lo menos, desde una hora antes del comienzo del ensayo. Con las mismas precauciones expuestas en la prueba de estanqueidad, se conectará cada trozo de tubo a una fuente de presión hidráulica hasta alcanzar la presión de prueba que valdrá PN para la serie que se ensaya a 20 grados \pm 2 grados C.; 0,8 PN para los de MD y AD y 0,75 PN para los de BD ensayados a 37 \pm 2 grados centígrados. Esta situación se mantendrá durante mil horas.

Las tolerancias de la prueba serán de \pm 2 grados centígrados para las temperaturas de prueba, de \pm 1 por 100 para las presiones y de \pm 2 por 100 para el tiempo.

El resultado negativo del ensayo de una muestra de cada grupo de cinco dará lugar a la repetición de la prueba con otras cinco muestras. El resultado negativo del ensayo de una muestra de este segundo grupo dará lugar a rechazar todo el lote. El resultado negativo de dos muestras de cualquiera de los dos grupos de cinco muestras del primer ensayo, dará lugar a rechazar todo el lote.

Se considera resultado negativo de la prueba la aparición de cualquiera de los siguientes efectos:

-Pérdida de presión hidráulica interna por salida de agua a través de las paredes de la muestra.

-Expansión anormal localizada de la muestra durante la prueba.

-Rotura de la pared del tubo con pérdida inmediata del agua que contiene, aunque la presión disminuya considerablemente.

-Pérdida de agua a través de grietas microscópicas de la pared del tubo. Una disminución de presión corta la pérdida del agua.

- Prueba de rotura por presión hidráulica interior.

Usando el mismo procedimiento descrito en los dos artículos anteriores para cinco trozos de tubo por lote de las mismas dimensiones especificadas allí y a una temperatura ambiente de 20 ± 2 grados centígrados, se alcanzara una presión hidráulica interna de 2 PN para las muestras de PE de MD y AD y de 1,5 PN para los de BD. Esta presión ser mantenida durante un minuto.

El ensayo se considerará negativo si se produjera la rotura del tubo con inmediata pérdida de agua que incluso continuase a una presión interior muy inferior a la de prueba.

El resultado negativo en un trozo de tubo de los cinco escogidos hará que se repita el ensayo con otros cinco. El fallo de uno solo de esta segunda serie producirá el rechazo de todo el lote. Si se producen dos fallos (2) en la primera serie de ensayos, se rechazará el lote.

- Prueba de envejecimiento.

Para esta prueba se utilizarán cinco trozos de tubo de 25 cm. de longitud con la marca de fábrica, por cada lote. La prueba se realizará a 20 ± 2 grados centígrados.

Se conecta un extremo de cada tubo a un manómetro capaz de medir hasta 40 kg/cm². El otro extremo se conecta a una fuente de aire o de nitrógeno a través de una válvula. Se someten las muestras hasta llegar a la presión PN. Se cierra la válvula y se desconecta de tal manera que la presión interna se mantenga dentro del

tubo, para lo cual habrá de haber aplicado un exceso de presión que se perderá durante el proceso de desconexión. Se sumerge el trozo de tubo en agua para detectar posibles fugas. Si se producen, deberán eliminarse o sustituirlo por otro.

A continuación se secan bien las muestras y se pintan en su superficie exterior con brocha y con una agente activador de envejecimiento de PE. Se dejará sin pintar, por lo menos, hasta 12,5 mm. de los extremos de las muestras del tubo. El agente activador debe estar en buenas condiciones, para lo cual se guardará en latas cerradas por ser higroscópico.

Las muestras se mantienen en estas condiciones durante tres horas al final de las cuales son examinadas. No deber haber pérdida de presión en, al menos, cuatro de los cinco trozos de tubo. No se considerarán a estos efectos los que pierdan por la conexión. Tampoco se considerará fallo aquellos que hayan perdido presión por expansión del tubo. Si el fallo es en una muestra se repetirá el ensayo con otras cinco. Si se repite el fallo en una de las cinco muestras o en dos de la primera serie se rechazara el lote.

- Prueba de rugosidad.

Es optativa y se realizar solamente cuando existan razones a juicio del Director de obra para pensar que el coeficiente de rugosidad no es el prefijado.

Esta prueba consiste en medir la pérdida de carga que se produce dentro de la tubería para un determinado caudal.

Siempre que la pérdida de carga obtenida, supere en más de un 10% la pérdida de carga calculada, deber rechazarse la partida.

b) Pruebas en obra. Se harán dos pruebas diferentes:

- 1) Prueba a presión interior.
- 2) Prueba de estanqueidad.

- Prueba a presión interior

Esta prueba puede realizarse para toda la red o por tramos. La presión de prueba será $0,75 \cdot PN$. Si hay diferentes presiones normalizadas, se probará por tramos con tubos de igual clase.

Se vigilará que exista continuidad hidráulica en el tramo de prueba.

La presión se controlará de forma que en ningún punto de la tubería existan valores inferiores a 0,68 PN. El control se hará mediante uno o varios manómetros contrastados.

La tubería se llenará de agua y se purgara del aire existente en su interior.

Seguidamente se hará subir la presión en el tubo a velocidad inferior a 1 kg/cm² por minuto. Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua. Se mantendrá la tubería en esta situación durante quince minutos. La prueba se considerará satisfactoria cuando el manómetro no acuse un descenso superior a:

$$\sqrt{0.075 \times PN}$$

Si el descenso es superior, se corregirán las pérdidas de agua hasta conseguir la prueba satisfactoria dentro de un plazo prudencial que será fijado por la dirección de obra.

- Prueba de estanqueidad.

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiéndola a la máxima presión estática previsible. Si por alguna causa no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la mayor de las siguientes presiones:

- Máxima presión estática prevista en el tramo.
- PN/2

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, como en la prueba anterior, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo, y se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba de estanqueidad será de treinta minutos y la pérdida de agua en este tiempo no debe superar:

$$V = 0,12 \times Li \times Di$$

Siendo:

- V = Cantidad de agua inyectada en litros
- Li = Longitud del tramo i (m.)
- Di = Diámetro interior de la tubería en el tramo (m.)

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr la mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro, los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

ARTÍCULO 42.-Pruebas de juntas y piezas especiales.

Clasificación. Las pruebas se clasifican en dos grupos:

- a) Pruebas en fábrica y control de fabricación
- b) Pruebas en obra

a) Pruebas en fábrica.

- Normativa general. La dirección de obra controlará el proceso de fabricación y los materiales utilizados en él.
- Pruebas a efectuar en fábrica. Las pruebas a efectuar en fábrica serán como mínimo las siguientes:
 - i) Con las juntas, codos, té, reducciones y tapones:
 - Estanqueidad a presión hidráulica interior en tubería recta.
 - Estanqueidad a presión hidráulica interior en tubo curvado.
 - Estanqueidad cuando se coloca una carga exterior perpendicular al eje del tubo.
 - Estanqueidad a presión hidráulica exterior.

- Resistencia a presión hidráulica interior aplicada intermitentemente.
- Resistencia a fuerzas de tracción.
- Pruebas de envejecimiento.

ii) En llaves y otras piezas especiales:

- Estanqueidad

- Formación y control de lotes.

El proveedor clasificará los elementos por lotes de 200 piezas de la misma clase o fracción, según se vaya a servir el material.

Todas las piezas deberán estar numeradas por series correlativas. El director de obra recibirá una relación de los números de las piezas a examinar y por un procedimiento aleatorio escogerá en cada lote el número de elementos necesarios para cada etapa de control.

Siempre que un lote sea desechado se procederá como señala el artículo 50 de este pliego y se podrán aplicar las mismas sanciones.

Cualquier pieza que a simple examen visual presente defecto será rechazada y su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo. Las piezas suprimidas no se repondrán en el lote, debiendo quedar este con su número de piezas primitivo rebajado en el de piezas eliminadas.

i) PRUEBAS DE JUNTAS, CODOS, TES, REDUCCIONES Y TAPONES.

- Prueba de estanqueidad a presión hidráulica en tubería recta

Se toman cinco piezas de cada lote para probar. La muestra se preparará de la siguiente forma. Se toman tres trozos de tubo, uno de ellos de 30 cm. de longitud y dos piezas que han de ser sometidas a prueba, colocando estas entre aquellos y efectuando la unión correspondiente de forma que el tubo de 30 cm. quede en medio. Un extremo se cierra con tapón y por el otro se inyecta agua a presión a 20 grados \pm 2 grados centígrados cuidando de purgar de aire la tubería. La presión se elevará 1 kg/cm² cada minuto hasta llegar a PN y se mantiene este valor durante una hora.

El resultado del ensayo se considera satisfactorio si durante el no aparece pérdida de agua en la conexión de la junta a prueba (la más próxima a la fuente de presión) ni se produce ningún daño en el tubo como consecuencia de la conexión.

Si se produce un fallo en esta prueba, se repetirá con otras cinco muestras. Un resultado defectuoso de esta segunda serie o dos en la primera harán que se rechace todo el lote.

- Prueba de estanqueidad a presión hidráulica interior en tubería curvada

Se toman cinco muestras por lote. Se prepara la muestra como en el caso anterior existiendo entre las dos juntas una distancia de 10 diámetros nominales del tubo. El radio de curvatura que se da a la muestra será:

$$R = 15 \text{ diámetros nominales del tubo si } PN \leq 8 \text{ kg/cm}^2$$

$$R = 20 \text{ diámetros nominales del tubo si } PN \leq 20 \text{ Kg/cm}^2$$

Para que el momento flector sea soportado por una junta, se adaptara la tubería a una horma contra la que se apoya 3/4 de su longitud, quedando libre 1/8 de dicha longitud entre la horma y cada uno de los extremos.

Una vez curvada la muestra de la forma indicada, el ensayo se realiza exactamente como se ha descrito en el artículo anterior. La junta ensayada de las dos colocadas será también la más lejana al extremo con tapón. El resultado del ensayo se valorará de la misma forma.

- Prueba de estanqueidad cuando se coloca una carga exterior perpendicular al eje del tubo

Se toman cinco muestras por lote. La temperatura del ensayo será de 20 grados \pm 2 grados centígrados.

Se coloca la junta a probar uniendo dos trozos de tubo de 20 y 37 cm. El trozo de tubo de 20 cm. se conecta a una fuente de presión hidráulica y el de 37 cm. terminará en un tapón. La muestra se coloca horizontalmente y en recto apoyando la junta sobre una capa de arena. Mientras la muestra es sometida a una presión hidráulica interior a 5 kg/cm² se cuelga del trozo de tubería de 37cm. un peso mediante una abrazadera de 5 cm. de anchura. Entre junta y abrazadera existirán 2 cm. de tubo libre. El peso colgado corresponderá a la siguiente tabla:

PESO (Kg)		
Diámetro nominal del tubo (mm)	Juntas de PN hasta 8 Kg/cm ²	Juntas de PN hasta 20 Kg/cm ²
10--16	10	15
20-32	20	30
40-63	30	50
75-110	50	100
125-140	100	125
160-200	125	150

La duración de la prueba será de quince minutos.

- Prueba de estanqueidad a presión hidráulica exterior (vacío parcial interior)

Se toman cinco muestras por lote. El ensayo consistirá en dos trozos de tubería unidos por la junta a probar con una longitud total de 30 cm. y abierta en sus dos extremos. Esta muestra se mete dentro de un tanque dejando ambos extremos fuera de él. El tanque se llena de agua a temperatura de 20 grados \pm 2 grados C. Esta situación se mantiene durante veinte minutos.

Se seca bien la tubería interiormente. Se aplica una presión de 0,1 kg/cm² al agua del tanque durante dos horas. Después de esto se eleva la presión del tanque hasta 0,8 kg/cm² y se mantiene esta situación durante dos horas. Durante este tiempo se comprueba si entra agua en la tubería. Si se produce entrada de agua en una muestra se repetirá la prueba en otras cinco. Si se vuelve a producir entrada en una muestra de esta segunda serie o en dos de la primera, se rechaza el lote.

- Prueba de resistencia a presión hidráulica interior de larga duración.

Sobre cinco muestras de cada lote, se realizará esta prueba de la forma detallada en el apartado anterior de este pliego.

- Prueba de resistencia a la presión hidráulica interior aplicada intermitentemente

Se toman cinco muestras de cada lote, preparadas como en el apartado 1 de este artículo de este pliego. La presión de prueba se aplicará por ciclos de veinticuatro horas cada uno, seguidos de otras veinticuatro horas sin presión. En total serán seis ciclos llegando a PN. Durante la prueba no se producirá pérdida de agua a través de la conexión ni aparecerá rotura en el tubo. Si se produce un fallo en esta prueba se repetirá con otras cinco muestras. Un resultado defectuoso de esta segunda serie o dos en la primera harán que se rechace el lote.

- Pruebas de resistencia a fuerzas de tracción

Se toman cinco muestras por lote, preparadas como en el apartado anterior de este pliego. Se sumerge cada muestra en un tanque de agua a 40 grados \pm 4 grados C. simplemente para mantener la temperatura y se la somete a una fuerza F en sentido del eje longitudinal de la muestra durante una hora:

$$F = 3,14 \cdot K \cdot \sigma \cdot e \cdot (D - e)$$

siendo:

K = 2 coeficiente de seguridad

σ = 30 kg/cm² para PE de BD; 40 kg/cm² para PE de MD; 50 kg/cm² para PE de AD

D = Diámetro nominal

e = espesor nominal

Durante la prueba no debe producirse ninguna rotura ni separación de los trozos de tubo unidos por la junta sometida a ensayo.

Si se produce un fallo en esta prueba se repetirá con otras 5 muestras. Un resultado defectuoso de esta segunda serie o dos en la primera harán que se rechace todo el lote.

- Prueba de envejecimiento

Para determinar cómo puede afectar la junta a la tubería en el caso de que aquella tenga dientes, se pinta la superficie exterior del tubo que está afectada por la junta, con un agente activador de envejecimiento del PE. La muestra se mantiene durante tres horas a 20 \pm 2 grados centígrados y entonces es examinada para determinar si han aparecido grietas u otros defectos en la conexión.

Si se produce un fallo en esta prueba se repetirá con otras cinco muestras. Un resultado defectuoso de esta segunda serie o dos en la primera harán que se rechace todo el lote.

- Prueba de estanqueidad en llaves

Se tomarán cinco muestras por lote que se montarán con dos trozos de tubería de, por lo menos, 25 cm. cada uno, y del mismo diámetro que la llave o válvula. Se obturará cada muestra por sus dos extremos. Se harán las pruebas con las llaves de dos formas. Una serie a llave abierta para comprobar la estanqueidad de la unión como en el caso de juntas y según lo especificado en las pruebas de estanqueidad a presión hidráulica en tubería recta y a presión hidráulica exterior. Otra prueba a llave cerrada con una cámara cargada de agua a presión y la otra vacía. En la vacía no se apreciarán humedades. La prueba se valorará como en el punto anterior.

- Pruebas en obra

Son las mismas especificadas en el artículo 50.b, ya que se entiende que la tubería una vez instalada contará con todas las juntas, piezas especiales y accesorios necesarios.

EPIGRAFE V: TRANSPORTE, ACOPIO Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES

ARTÍCULO 43.- Inspección en fábrica previa al transporte.

Con independencia de la vigilancia que realice la dirección de obra, el contratista está obligado a inspeccionar los pedidos de tubería de PE y las piezas especiales correspondientes en la fábrica, o en los almacenes del proveedor, antes de proceder a la carga del material, asegurándose que se corresponden con las exigencias del proyecto y que no hay elementos de transporte deteriorados.

ARTÍCULO 44.- Carga, transporte, descarga y acopio.

Las operaciones de carga se realizarán a mano o con medios mecánicos, con las debidas precauciones para no dañar el material.

Durante el transporte se evitará la trepidación y el contacto con piezas metálicas, sobre todo, si se trata de puntas o aristas.

También se tendrá en cuenta no dejar los materiales expuestos al sol ni que sufran temperaturas demasiado altas ni demasiado bajas.

En la descarga se observarán las mismas precauciones que en la carga. Los rollos de tuberías pueden almacenarse, pero esto se hará en cobertizos y a temperatura similar a la que van a sufrir cuando estén instalados. Los rollos podrán ponerse horizontalmente y apilados hasta 2 metros de altura.

ARTÍCULO 45.-Almacenamiento de los tubos.

Los tubos en ningún caso se amontonarán formando grandes pilas a la intemperie, especialmente en condiciones de clima cálido.

Los tubos podrán almacenarse bajo cubierta en capas, de forma que las copas y los extremos machos estén alternados y que aquellas queden salientes para evitar la deformación permanente de los tubos.

Para un almacenamiento a largo plazo, deberá colocarse bajo los tubos un soporte o caballetes de madera de una anchura no inferior a 75mm, separados entre sí un metro como máximo para tubos de más de 150 mm. de diámetro. Para medidas inferiores se separarán los caballetes a una distancia de 500 mm.

La pila de tubos no tendrá más de siete capas y, en todo caso, su altura no deberá exceder de 1.500 mm. Si se apilan tubos de distinto diámetro, los más gruesos deberán colocarse siempre en la base.

Si los tubos han de almacenarse durante corto periodo de tiempo a la intemperie y no se dispone de caballetes, el terreno de apoyo deberá estar bien alineado y libre de piedras sueltas. Los tubos almacenados así no deberán apilarse en más de tres altura y deberán estar sujetos para evitar movimientos.

La altura de las pilas deben reducirse si los tubos están anidados (tubos de menor

diámetro introducidos dentro de otros de diámetro superior). La reducción de la altura será proporcional al peso de los tubos anidados comparado con el de los tubos de mayor diámetro.

En cualquier caso los tubos deberán protegerse de la acción directa de los rayos solares mediante lonjas, sombreros, etc.

Como la solidez de cualquier junta depende mucho de las condiciones en que se encuentre la copa y el extremo macho, se tomarán los máximos cuidados para evitar daños en los extremos de los tubos durante la carga, transporte, descarga y almacenaje.

ARTÍCULO 46.- Instalación de la tubería.

La tubería de PE podrá instalarse sobre el terreno o enterrada. El primer caso sólo se utilizará para tuberías de pequeño diámetro que además estén protegidas durante la mayor parte del tiempo de la acción directa de los rayos ultravioletas o de las altas temperaturas.

Cuando las tuberías se coloquen enterradas podrá hacerse abriendo zanjas o bien instalándolas directamente mediante subsolador o arado topo.

ARTÍCULO 47.- Zanjas.

Las zanjas se abrirán con máquinas adecuadas para este fin. Se abrirán a mano sólo en casos especiales y cuando determinadas circunstancias aconsejen esta precaución.

Las tierras procedentes de la excavación se amontonarán en cordones paralelamente a la zanja, situándolas siempre al mismo lado, para facilitar el macizado de las mismas con equipos mecánicos.

En caso de que las zanjas estén a media ladera, los cordones de tierra extraídos se colocarán en el lado más alto para proteger la excavación de las aguas de escorrentía superficial.

ARTÍCULO 48.- Dimensiones de las zanjas.

La tubería será enterrada a una profundidad tal que quede protegida del tráfico que por azar pueda cruzarla, de las operaciones mecánicas agrícolas, de heladas o de grietas en el suelo.

La mínima profundidad a colocar la tubería será de 0,5 m. para diámetros de hasta 63 mm. de 0,60 m. para diámetros de 75 y 100 mm. y de 0,75 m. para los diámetros superiores a 110 mm.

La máxima profundidad de la zanja será de 1,20 m. Para mayores profundidades habrá de consultarse al fabricante.

La mínima anchura de la zanja en el fondo será tal que permitirá la colocación de juntas si ello fuera necesario y el inicio del relleno con la compactación.

Se tomarán especiales precauciones de seguridad cuando se trabaje en suelos inestables en zanjas profundas o en otras circunstancias peligrosas.

ARTÍCULO 49.- Perfilado de rasante.

El fondo de la zanja deberá dejarse continuo, firme, relativamente suave y libre de rocas, troncos o raíces. En donde ello no sea posible, se colocará arena para formar un lecho entre el tubo y el fondo de la zanja de, por lo menos, 10 cm. de espesor. En todos los casos, el tubo descansará en el fondo de acuerdo con el perfil proyectado.

ARTÍCULO 50.- Precaución en terrenos especiales.

En los terrenos dotados de alta proporción de arcillas expansivas cuyas dilataciones y contracciones puedan dañar la tuberías, se evitará su contacto directo con el suelo mediante relleno de material granular que podrá ser arena o grava.

En laderas donde haya peligro de deslizamiento o de formaciones de grietas se aumentará la profundidad de la zanja colocando las tuberías a ser posible fuera de la zona afectada por dichos movimientos de suelo.

ARTÍCULO 51.-Drenaje de las zanjas.

Para evitar que por inundación de las zanjas se produzca la flotación de la tubería o derrumbes de tierras y arrastres, inmediatamente después de haber perfilado las rasantes y en cualquier caso antes de depositar la tubería en el fondo de aquella, se abrirán drenajes en los puntos donde sea necesario de acuerdo con el perfil para garantizar la completa evacuación de las aguas hacia los desagües de la zona.

ARTÍCULO 52.- Acopio de las piezas especiales.

Los accesorios o piezas especiales deberán distribuirse repartidas entre las tuberías, lo más próximo posible a los sitios de colocación de modo que pueden apreciarse con facilidad las faltas o sobrantes que pudiera haber.

ARTÍCULO 53.- Instalación de juntas y accesorios

Las juntas podrán montarse fuera de la zanja y luego bajar la tubería al fondo de esta, o bien instalarlas allí directamente. En ambos casos la tubería quedará colocada sinuosamente en el fondo de la zanja. Se evitarán puntos altos innecesarios en el trazado que obligarían a la instalación de mayor número de ventosas del necesario.

A medida que la tubería queda montada se taponarán las aberturas para evitar la entrada de animales o elementos extraños en la misma.

ARTÍCULO 54.- Anclajes de las piezas especiales

Los codos, curvas, desviaciones, terminales, válvulas de paso, purgadores y todas aquellas piezas que sometidas a presión hidráulica interior, a los esfuerzos

dinámicos producidos por la circulación del agua u otras acciones, experimenten la acción de fuerzas cuya resultante no pueda ser absorbida por la conducción deberán ser anclados, se especifique o no en los restantes documentos del proyecto.

El anclaje consistirá en un dado de hormigón cuyo peso y superficie de apoyo garantizarán su estabilidad. Para calcularla se tendrá en cuenta también la adherencia al plano teórico formado por el fondo horizontal de la zanja en que descansa, así como la superficie vertical de apoyo en uno de los paramentos de aquella, precisamente aquel en el que incida la resultante de los esfuerzos exteriores a la conducción.

La presión hidráulica que se utilizará como base de cálculo, será la máxima incidental que pueda alcanzarse, bien sea por golpe de ariete o por cualquier otra causa. Es decir, el mayor valor de la presión de trabajo P_t . A los esfuerzos dinámicos, como, por ejemplo, la fuerza centrífuga, se sumará el valor calculado por el procedimiento anterior, bien entendido por dichos esfuerzos dinámicos deberán corresponder también al caudal máximo incidental.

ARTÍCULO 55.-Pasos especiales

En los pasos bajo calles, caminos, carreteras, ferrocarriles, se realizarán las obras con arreglo a las condiciones impuestas por los organismos encargados de velar por la conservación de dichas redes viarias, y en los casos en que no existan dichas condiciones, se macizarán las zanjas en el tramo de la travesía con hormigón dejando una caja de obra de fábrica para situar la tubería y rellenarla con material granular, de modo que sea posible, en caso de averías, extraer los tubos con facilidad.

La forma y resistencia de la caja evitará que se transmitan a la conducción las cargas determinadas por el tráfico.

ARTÍCULO 56.- Hormigón para piezas de anclaje

Cualquiera que sea su composición dará una resistencia característica de rotura a la compresión en probeta cilíndrica a los veintiocho (28) días no inferior a veinticinco (25) N/mm^2

ARTÍCULO 57.- Prueba de la instalación

Una vez colocada la tubería, las piezas especiales y accesorios, y hechos los anclajes, y antes del cierre de zanjas se procederá a probar la instalación a presión y estanqueidad. Si fuera necesario un relleno parcial de zanjas se dejarán al descubierto todas las juntas, piezas y elementos accesorios.

La instalación se empezará a llenar de agua lentamente con una velocidad que no exceda los 0,3 m/seg. Se tendrá especial cuidado en que no quede aire atrapado en la instalación. Se irá elevando la presión lentamente hasta alcanzar la presión de prueba que será 1,4 veces la presión de trabajo (Pt) para la que ha sido diseñada la instalación y que se mantendrá durante media hora (1/2). El tiempo que se tardará en alcanzar dicha presión será, por lo menos, de diez minutos para diámetros de hasta 100 mm., longitudes de tubería de hasta 300 m. y presiones de prueba de hasta 10 kg/cm². Para diámetros mayores y longitudes mayores deberá aumentarse el tiempo utilizado.

La instalación será inspeccionada completamente mientras se mantiene la presión de prueba con una oscilación máxima de $\pm 0,5$ kg/cm². Todas las fugas o pérdidas de agua detectadas durante esta inspección serán corregidas obligatoriamente en un plazo de tiempo prudencial que señalará la dirección de obra.

Si la extensión de la red así lo aconsejara se podrán fraccionar estas pruebas por tramos fácilmente aislables.

Todos los gastos que ocasionen estas pruebas serán de cuenta del contratista. Entre ellos el suministro de agua, sin que pueda alegarse para el retraso de las mismas la ausencia de conducción de agua hasta la obra, ya que si así fuera, deberá transportarla también a sus expensas.

ARTÍCULO 58.- Cierre y macizado de las zanjas

Una vez instalada la tubería y observada la precaución de que descansa en toda su longitud sin dejar espacios faltos de apoyo que pudieran provocar flexión e instaladas todas las piezas especiales, se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas:

En la primera etapa se utilizará material fino granular libre de piedras o terrones grandes. No se admitirán áridos con aristas o de más de 15 mm. de diámetro. El relleno se hará por tongadas compactadas firmemente a mano alrededor de la tubería hasta llenar los 20 cm. primeros del fondo de la zanja. Durante esta operación deberá tenerse especial cuidado para evitar deformaciones, desplazamientos o daños en la tubería.

Después de probar satisfactoriamente la instalación se procederá a la segunda etapa de llenado la cual también se hará en tongadas de 20 cm. de espesor que van compactándose. El material utilizado puede ser más grueso, pero sin pasar de 75 mm. de diámetro. Solo se podrá emplear maquinaria en la última capa y siempre que se haya sobrepasado el mínimo espesor de cobertura señalado en el artículo 32 de este pliego. El relleno se completará hasta el enrase con la superficie primitiva del terreno después del compactado.

CAPITULO IV .- CONDICIONES DE LAS TUBERIAS DE P.V.C.

EPIGRAFE I: CONDICIONES GENERALES

ARTÍCULO 59.- Campo de aplicación

En este documento se consideran las tuberías fabricadas con policloruro de vinilo (PVC) que se utilizan únicamente para el transporte de agua de riego, correspondientes al proyecto de “Puesta en riego por cobertura total enterrada y riego localizado de 94,22 hectáreas en la localidad de La Cartuja de Monegros (Huesca) con agua procedente del canal de Monegros”.

ARTÍCULO 60.- Definiciones

Tubos de policloruro de vinilo no plastificado.

Son tubos de plástico rígido fabricados a partir de una materia prima compuesta esencialmente de resina sintética de PVC, mezclada con la proporción mínima indispensable de aditivos, colorantes, estabilizantes y lubricantes, en todo caso exenta de plastificantes y de materiales de relleno.

En la terminología industrial se denominan tubos de PVC no plastificados (UPVC en Europa) o tubos de PVC tipo I (en EE.UU.). En este Pliego se adopta tubos de UPVC.

Accesorios de policloruro de vinilo no plastificado.

Se denominan accesorios de UPVC aquellas piezas que se intercalan en la conducción para permitir realizar uniones, cambios de dirección, reducciones, derivaciones, etc., en cuya fabricación se utilice la materia prima definida en el apartado anterior.

- Diámetro nominal. Es el diámetro exterior teórico en milímetros declarado por el fabricante, a partir del cual se establecen las tolerancias. Sirve de referencia para designar y clasificar por medidas los diversos elementos de una conducción acoplables entre sí.
- Diámetro exterior medio. Es el valor en mm. de la media aritmética de los diámetros exteriores mínimo y máximo medios en una longitud de tubo de 4 metros como mínimo a 20 mm de distancia de los extremos del tubo.

- Ovalación. Es la diferencia expresada en mm. de la media aritmética de los diámetros exteriores mínimo y máximo medios en una longitud de tubo de 4 metros, por lo menos, 20 mm de distancia de los extremos del tubo.
- Juntas. Son los sistemas o conjuntos de piezas utilizados para la unión de tubos entre sí o de estos con las demás piezas de la conducción.
- Piezas especiales. Se denominan piezas especiales a aquellos elementos que se intercalan en la conducción para permitir realizar cambios de dirección, derivaciones, reducciones, cierres de la vena líquida, etc., de acuerdo con las definiciones que se citan en el Pliego de piezas singulares de la red fija de riegos.

ARTÍCULO 61.- Características generales.

Los tubos de Policloruro de vinilo son producidos a base de resina de Policloruro de vinilo y un aditivo de negro de humo que los protege contra la acción de los rayos ultravioleta y, por tanto, aumenta su estabilidad. Los producidos por extrusión simple contienen un 2,5 por 100 \pm 0,5 por 100 de negro de humo, mientras que los obtenidos por extrusión simultánea y múltiple contienen esa proporción de negro de humo sólo en la capa exterior.

Los tubos de PVC acabados tienen las siguientes características, todas ellas dadas para unas condiciones de ambiente de 20 ± 2 °C. de temperatura y 50 % \pm 5 % de h. relativa.

ARTÍCULO 62.- Características hidráulicas

El pulimento y la uniformidad de la superficie cilíndrica interior de los tubos y juntas serán tales que podrán aplicarse las siguientes ecuaciones para el cálculo de los distintos parámetros hidráulicos.

Para las tuberías de UPVC se usará la fórmula universal de Darcy-Weisbach teniendo en cuenta el número de Reynolds (Re).

ARTÍCULO 63.- Presiones y coeficientes de seguridad.

- Presión de trabajo (Pt).

Es la presión utilizada en el proyecto para dimensionar los elementos de la conducción y se define como la máxima presión hidráulica interior máxima (dinámica, estática o transitoria), a la cual puede estar sometida la tubería, una vez instalada definitivamente, con un alto grado de certeza de que no provocará la rotura del tubo. Se unidad es kg/cm^2 .

- **Presión normalizada (PN).**

Es la presión hidráulica interior de prueba sobre banco en fábrica, que sirve para designar, clasificar y timbrar, tanto los tubos como las piezas especiales.

Los tubos comerciales habrán sufrido en fábrica la prueba a dicha presión normalizada, sin causar falta de estanqueidad. Se expresará en kg/cm^2 .

- **Presión de rotura (Pr).**

Es la presión hidráulica interior que provoca la rotura del tubo. En la prueba de larga duración, se define como la presión hidráulica interior que produce una tensión en la pared del tubo, de orientación circunferencial, igual a la tensión de rotura a tracción del material y que no será nunca inferior a 500 Kg/cm^2 .

Todas estas presiones están relacionadas con la tensión circunferencial mediante la ecuación dimensional de los tubos.

$$P = \frac{2 \cdot e}{D - e} \cdot @$$

siendo:

- P = presión (Kg/cm^2)
- D = diámetro exterior medio del tubo (cm.)
- e = espesor de la pared del tubo (cm.)
- @ = Esfuerzo de tracción circunferencial (Kg/cm^2)

El coeficiente de seguridad de las tuberías de UPVC será como mínimo 3, en función de las siguientes relaciones:

$$\frac{P_f}{P_n} > 1,5$$

$$\frac{P_n}{P_t} = 2$$

ARTÍCULO 64.- Características generales.

Los tubos deben ser sensiblemente rectos y cilíndricos, exterior e interiormente. El acabado debe ser pulido y brillante, con coloración y tonalidad opaca que evite la

penetración de la luz exterior. No deben presentar ondulaciones, estrías, grietas, burbujas, rechupes, ni otros defectos que puedan perjudicar su normal utilización, tanto en la superficie exterior como en la sección transversal. Los extremos estarán cortados ortogonalmente a las generatrices. Los tubos podrán ser trabajados mecánicamente (cortados, taladrados, fresados, etc.).

ARTÍCULO 65.- Características geométricas.

Longitud.

La tubería de Policloruro de vinilo se sirve generalmente en barras. La longitud de cada uno de ellas es de seis metros. Se podrán utilizar longitudes superiores siempre que puedan producirse industrialmente, previo acuerdo con el fabricante. Cuando por razones de montaje sea necesario emplear piezas de menor longitud, se obtendrán mediante corte a escuadra de los tubos.

Diámetro nominal.

El diámetro nominal es un número convencional de designación que sirve para clasificar por dimensiones los tubos, piezas y demás elementos de las conducciones y corresponde al diámetro exterior teórico en milímetros sin tener en cuenta las tolerancias. Las series comerciales de diámetros nominales se recogen en la tabla I.

Espesor nominal. Los espesores nominales de los tubos serán los que figuran en la tabla siguiente:

TABLA I: SERIES DE TUBOS

DN (mm)	4 Kg./cm ²		6 Kg./cm ²		10 Kg./cm ²	
	e (mm)	peso (kg/m)	e (mm)	peso (kg/m)	e (mm)	peso (kg/m)
25					1.5	0.172
32					1.8	0.264
40			1.8	0.334	2.0	0.366
50			1.8	0.442	2.4	0.547
63			1.9	0.562	3.0	0.854
75	1.8	0.642	2.2	0.766	3.6	1.21
90	1.8	0.774	2.7	1.12	4.3	1.74
110	2.2	1.14	3.2	1.62	5.3	2.60
125	2.5	1.47	3.7	2.12	6.0	3.34
140	2.8	1.84	4.1	2.62	6.7	4.16
160	3.2	2.38	4.7	3.43	7.7	5.46
180	3.6	3.00	5.3	4.35	8.6	6.86
200	4	3.70	5.9	5.37	9.6	8.49
225	4.5	4.67	6.6	6.73	10.8	10.8
250	4.9	5.65	7.3	8.28	11.9	11.2
280	5.5	7.08	8.2	10.4	13.4	16.6
315	6.2	8.95	9.2	13.1	15.0	20.9
355	7.0	11.4	10.4	16.7	16.9	26.5
400	7.9	14.5	11.7	21.1	16.1	33.7

Sección del tubo.

La sección del tubo perpendicular a su eje deberá ser una corona circular, y las generatrices de las superficies cilíndricas interior y exterior del mismo serán dos paralelas con las tolerancias de ovalización y rectitud.

ARTICULO 66.- Juntas

Cualquiera que sea el tipo de junta utilizada (mecánica, elástica o soldada) producirá una pérdida de carga máxima equivalente a 3 metros de tubería de igual diámetro. Soportará la corrosión y las influencias climáticas. Tendrá como mínimo, las mismas características de resistencia a presiones hidráulicas interiores e exteriores que la tubería PVC que une.

ARTÍCULO 67.- Accesorios para tuberías.

Las piezas especiales o accesorios cumplirán con las características fijadas para las juntas y demás elementos que se especifican en el proyecto. Podrán ser de UPVC fabricados por moldeo a inyección o a partir de tubo. También pueden utilizarse accesorios de fundición de hierro u otros tales, siempre que vayan provistos de adaptadores y juntas adecuadas para su conexión con los tubos de UPVC. En todos los casos su resistencia a la presión interna debe de ser como mínimo igual a la del tubo a la que se conecte.

ARTÍCULO 68.- Uniformidad.

Salvo especificación en contrario del reformado del proyecto, los tubos, juntas y accesorios suministrados para la obra tendrán características geométricas uniformes dentro de cada diámetro y tipo establecidos.

El director de obra podrá modificar esta norma cuando a su juicio sea conveniente.

ARTÍCULO 69.- Marcado de los tubos y accesorios.

Todos los tubos y piezas llevarán permanentemente marcadas en zona apropiada y visible, de forma que no obstruya su normal funcionamiento, al menos los siguientes datos:

En los tubos marcas espaciadas a intervalos de 1,5 m como máximo, con al menos los siguientes datos:

- Diámetro nominal (mm)
- Espesor nominal (mm)
- Presión normalizada (kg./cm^2)
- Densidad del material
- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación.

En las juntas o accesorios:

- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación.

- Material del que está hecho:
 - ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno)
 - NP (Nylon)
 - PP (Polipropileno)
 - PVC (Policloruro de vinilo)
- Diámetro nominal (mm).
- Presión normalizada (kg./cm²).

EPIGRAFE II: MATERIALES

ARTÍCULO 70.-Materiales componentes de las tuberías de P.V.C. no plastificado.

Las tuberías de PVC estarán fabricadas a base de cloruro de vinilo. Estos polímeros cumplirán con lo establecido en la norma **UNE 53.188**.

Los materiales a emplear en la fábrica de los tubos y del resto de los elementos que intervienen en la formación de la tubería instalada deberán satisfacer las exigencias que en este Pliego se especifican.

Se consideran sometidos a estas exigencias los siguientes:

- η Resina sintética de PVC técnico.
- η Policloruro de vinilo no plastificado.
- η Aditivos.
- η Adhesivos para encolado de UPVC.
- η Elastomeros para juntas.
- η Metales férricos.
- η Otros metales.
- η Pinturas y otros revestimientos
- η Otros materiales no relacionados que puedan intervenir en la formación de la tubería terminada o en su colocación en la situación definitiva.

ARTÍCULO 71.- Ensayos de los materiales

No se prevé en principio efectuar ensayos contradictorios de los antes relacionados, salvo que exista discrepancia sobre su calidad. Los gastos y pruebas serán a cargo de contratista.

Los ensayos y pruebas que sea preciso efectuar en laboratorios al efecto, como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista, si como consecuencia de ellos se rechazasen o admitiesen, respectivamente, todos o parte de los ensayados.

ARTÍCULO 72.- Resina sintética de policloruro de vinilo.

Es un material termoplástico, polímero de adición (homopolímero) de cloruro de vinilo, que a temperatura ambiente es sólido, duro rígido y con deficientes cualidades de flexibilidad y de resistencia al choque. Tiene poca estabilidad y es difícil de caliente.

Las materias primas empleadas para su fabricación son el acetileno y el clorhídrico seco. De esta combinación se obtiene el gas cloroetano o cloruro de vinilo

La resina que se emplea para la fabricación de los tubos de PVC técnico es polvo con un grado de pureza mínimo del 99%

ARTÍCULO 73.-Policloruro de vinilo no plastificado.

Es un material termoplástico compuesto esencialmente por resina sintética de PVC técnico mezclada con las proporciones de aditivos colorantes, estabilizadores y lubricantes, mínimos indispensables para permitir el moldeo de PVC técnico en polvo con grados de pureza mínimo del 99%.

ARTÍCULO 74.- Aditivos empleados en la fabricación de UPVC no plastificado.

Los aditivos que se mezclan con la resina sintética de UPVC para la fabricación de PVC no plastificado, consistirán en pigmentos, estabilizantes metálicos y lubricantes, destinados a facilitar el moldeo de la mezcla por extrusión y hacer el producto final más resistente a los agentes químicos y a las radiaciones lumínicas y térmicas.

La proporción de aditivos que entre en la composición de UPVC será la indispensable para conseguir dichos objetivos.

En ningún caso se admitirá el empleo de aditivos plastificantes, ni materiales de relleno (FILLERS) u otros ingredientes que puedan disminuir la resistencia o calidad del UPVC.

ARTÍCULO 75.-Características técnicas del policloruro de vinilo no plastificado.

El policloruro de vinilo no plastificado, después de su conversión en tubos o accesorios acabados, deberá cumplir las características técnicas que se establecen a continuación.

Características generales:

- Peso específico: 1,38 a 1,44 gr/c.c.
- Opacidad <0,2%
- Inflamabilidad: no debe ser combustible.

Características mecánicas:

- Resistencia a la tracción mínima: 500 kg/cm².
- Alargamiento a la rotura mínimo: 80%.
- Módulo de elasticidad: 30000kg/cm² + 10%, según método de flexión alternada con el abastecimiento de Rolland-Sorin.

Características térmicas:

- Calor específico: 0,24.
- Coeficiente de expansión térmica lineal: 0,08mm/m/grado C.
- Temperatura de reblandecimiento VVICAT con carga de 5 kg. no inferior a 77 gradosC
- Conductividad térmica a 20 grados C.:35 E-S

Características químicas:

- Resistencia a la acetona: Se seguirá la norma BS 3.505.
- Resistencia al ácido sulfúrico: Se asegura la norma BS 3.505.

ARTÍCULO 76.-Adhesivos disolventes para juntas.

Los adhesivos que se utilicen para el encolado de juntas deberán contener como vehículo un líquido orgánico volátil que disuelva o ablande las superficies del UPVC

que han de ser unidas, de modo que el conjunto se convierta esencialmente en una pieza del mismo tipo que el PVC no plastificado.

ARTÍCULO 77.-Lubricantes para juntas de estanqueidad.

El lubricante que se utilice para facilitar la inserción del extremo macho de un tubo en la copa de otra pieza a unir, en el caso de utilizarse juntas elastoméricas, estará exento de aceites o de grasas minerales.

ARTÍCULO 78.-Elastómeros para juntas de estanqueidad.

Reunirán las características y serán sometidos a los ensayos descritos en las Recomendaciones **ISO/R1398. 1970**, y en los Anejos A, B y C de dicha recomendación.

La dirección de obra establecerá el procedimiento operatorio para garantizar que solo se incluyan en la obra elementos correspondientes a partidas aceptadas. No serán considerados utilizables los elementos defectuosos pertenecientes a partidas ensayadas y que en conjunto hayan resultado aceptables.

El contratista será responsable del grado de dureza elegido para cada elemento de estanqueidad.

El grado de dureza adoptado en cada caso, será tal, que todos los anillos de estanqueidad aceptados permitan realizar las pruebas en fábrica y campo, tanto de las juntas como del conjunto de la tubería. No serán considerados utilizables los elementos defectuosos pertenecientes a partidas ensayadas y que en conjunto no hayan resultado aceptables. Si a causa de un defecto de dureza se produjesen defectos de estanqueidad en las referidas pruebas, se debe suministrar todo el material sospechoso de este defecto, a expensas del Contratista.

ARTÍCULO 79.-Fundición de hierro.

Se entiende por fundición de hierro cualquiera de los productos clasificados en la serie F-800, de las Normas del Instituto del hierro y del acero, hoy CENIM o en su defecto

los incluidos en la especificación "fundición y clasificación". Se tendrán en cuenta las normas UNE vigentes sobre "Accesorios de fundición" y "Fundición gris".

Para la pieciería de tuberías se recomienda el uso de fundiciones obtenidas a partir de fundición gris por adición de magnesio en aleación blanca pero recocido (fundición maleable) o por temple y revenido (fundición de grafito difuso).

Se prohíben las piezas de fundición blanca normal, debido a su fragilidad.

En caso de que haya necesidad de efectuar comprobaciones sobre la fundición se harán los siguientes ensayos:

- Determinación de la dureza en grados Brinell (según Norma UNE 7.263, "Ensayo de la dureza en grados Brinell para fundición gris").
- Ensayo de resistencia e impacto.
- Ensayo de rotura a tracción.
- Ensayo de flexo – tracción.
- Estos ensayos se realizarán según las normas vigentes.

ARTÍCULO 80.-Otros materiales férricos.

Deberán atenerse a las características que para cada clase establecen las series F de la clasificación del I.H.A. En las piezas en contacto con elementos utilizarán preferentemente materiales de la Serie F-300.

ARTÍCULO 81.-Materiales no férricos.

Se atenderán a la normalización del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización y reunirán las características que para cada material se determinan.

ARTÍCULO 82.-Pinturas y otros revestimientos.

Las piezas susceptibles de oxidación se protegerán adecuadamente contra la corrosión

Como protección antioxidante se utiliza primordialmente el revestimiento con minio. Este material debe ser tipo electrolito de plomo. No admite el minio de hierro. Si se emplea sobre superficies metálicas pulidas, deberá usarse previamente una

impregnación pasivante, primordialmente del tipo fosfatado. Esta impregnación es obligatoria sobre galvanizados y chapas de acero pulido.

No se admitirán los galvanizados con cinc en frío. Deberán ser efectuados por inmersión en baño caliente. El espesor mínimo de la capa protectora será al menos de 30 micras.

La protección de cualquier clase que sea, tendrá que mantener su inalterabilidad garantizada, por lo menos durante diez (10) años, salvo para las pinturas a la intemperie, que deberán mantener su inalterabilidad, por lo menos, durante tres (3) años.

La protección de cualquier clase que sea, tendrá que mantener su inalterabilidad garantizada, por lo menos durante diez (10) años. Para revestimientos epoxi al aire libre se garantizará la inalterabilidad durante cinco (5) años.

EPIGRAFE III: FABRICACION

ARTÍCULO 83.- Procedimiento de fabricación.

Las tuberías se fabricarán por el procedimiento de extrusión simple o múltiple simultáneo. La materia prima a utilizar será una mezcla homogénea de resina de PVC en polvo y de los aditivos indispensables.

ARTÍCULO 84.- Procedimiento de fabricación de accesorios.

La materia prima a utilizar para la fabricación de accesorios de PVC no plastificado debe cumplir las mismas especificaciones que la empleada para la fabricación de los tubos.

El procedimiento de fabricación más perfeccionado es el de moldeo a inyección.

Durante el proceso de fabricación debe verificarse el completo llenado de los moldes, comprobándolo mediante auscultación de coqueas o poros en el material.

ARTÍCULO 85.- Fabricación en serie.

Las plantas de producción, tanto de tubos como de accesorios, estarán preparadas para la fabricación en serie obedeciendo las normas de tipificación compatibles con este Pliego

ARTÍCULO 86.- Acabado de tuberías

Las tuberías se prepararán en barras de la misma longitud para un diámetro y timbraje determinado. Se procurará que la longitud de cada rollo sea múltiplo de 3 m.

Los tubos estarán exentos de grietas y burbujas presentando la superficie exterior e interior un aspecto liso, libre de ondulaciones u otros eventuales defectos.

ARTÍCULO 87.- Laboratorio y banco de pruebas

El fabricante dispondrá de laboratorios para el control de las características físicas y químicas de la materia prima y productos acabados. También tendrá un banco de pruebas hidráulicas. En ellos se realizarán los siguientes controles:

- a) De la materia prima (al menos los especificados en el cap. II de este pliego).
- b) Del proceso de fabricación.
- c) De los productos acabados (al menos los especificados en este pliego).

Los ensayos y controles se realizarán con la periodicidad que se demande.

EPIGRAFE IV: ENSAYOS Y PRUEBAS

ARTÍCULO 88.- Pruebas de tubos y tuberías

Clasificación:

Las pruebas se clasifican en dos grupos:

- 1.- Pruebas y controles en fábrica.
- 2.- Pruebas en obra.

88.1.-Pruebas y controles en fábrica

Normativa general.

La dirección de obra controlará el proceso de fabricación y los materiales utilizados en todos y cada uno de los elementos que deban entrar a formar parte del Proyecto.

Si el contratista no es fabricante de algunos de los elementos que deben formar parte de la red de riego, deberá introducir en su contrato de suministro la cláusula que permite efectuar su control. Cuando existan procesos industriales secretos, se advertirá así en la oferta, sustituyéndose el control de proceso por un control especial de calidad del producto acabado que fijará el director de obra.

El fabricante comunicará con quince (15) días de antelación de manera escrita y expresa a la dirección de obra la fecha en que pueden comenzarse las pruebas. La dirección de obra puede asistir de manera personal o representada a tales pruebas. Si no asiste, el fabricante enviará certificación de los resultados obtenidos. Esta certificación se hará siempre y, por lo menos, se referirá a la prueba de estanqueidad. También se extenderá certificado de la prueba de resistencia a presión hidráulica interior de larga duración hecha sobre muestreo tal como se especifica en este pliego.

Ensayos de materias Primas.

El fabricante deberá asegurarse que tanto las materias primas como los compuestos y mezclas que intervienen en la fabricación, poseen características constantes y cumplen las especificaciones requeridas para conseguir las que para los productos acabados se exigen en este Pliego.

En principio, en los ensayos de recepción no se prevén efectuar ensayos contradictorios de las materias primas, salvo que existan discrepancias con el contratista sobre su calidad. En ese caso se efectuarán las siguientes determinaciones.

→ En la resina de PC.

- Contenido de agua.
- Peso específico.
- Densidad aparente.
- Granulometría.
- Componentes volátiles.
- Índice de polimerización.
- Viscosidad específica según norma **UNE 53.093.**

→ En los aditivos estabilizantes.

- Contenido de agua.
- Contenido de metales.

→ En los aditivos lubricantes.

- Punto de fusión determinado por el método del tubo de TIELE.
- Los gastos de los ensayos y pruebas a efectuar serán a cargo del contratista.

Los ensayos que sea preciso efectuar en laboratorios designados por la Administración como consecuencia de interpretaciones dudosas de los resultados de los ensayos en fábrica o en obra, serán abonados por el contratista o por la Administración, si como consecuencia de ellos, se rechazaran o admitiesen, respectivamente, los materiales o partes de ellos ensayados.

Control del proceso de fabricación.

Se realizarán sobre muestras obtenidas a lo largo del proceso de producción de los tubos y accesorios, procediendo a los siguientes ensayos:

Cada dos horas y a la salida del tubo de cada extrusora se efectuarán las determinaciones siguientes:

- a) Examen visual del aspecto general (acabado exterior e interior del tubo).
- b) Pruebas dimensionales (diámetro ext. medio, concentricidad, ovalación y espesor)

Sobre cada extrusora, y una vez como mínimo por turno de trabajo (8 horas):

a) Determinación del comportamiento al calor.

Pruebas de los productos acabados. Se realizarán obligatoriamente las siguientes pruebas:

Examen del aspecto exterior.

- Pruebas de forma y dimensiones.
- Prueba de estanqueidad.
- Prueba de rotura bajo presión hidráulica interior.
- Prueba de rotura por impacto.
- Prueba de tracción.
- Prueba de aplastamiento (flexión transversal).
- Pruebas de rugosidad.

- Formación y control de lotes.

Las pruebas a efectuar constituyen un método doble de control para garantizar una probabilidad baja de que existan elementos defectuosos.

El proveedor clasificará los elementos por lotes de doscientas (200) unidades iguales o fracción. Los tubos deberán estar numerados por series con numeración correlativa y por un procedimiento de grabado en la masa. Las piezas se numerarán de la misma forma por troquelado.

El director de obra recibirá una relación de los números de las piezas a examinar y por un procedimiento aleatorio escogerá de cada lote el número de elementos necesario para cada etapa de control.

Siempre que un lote sea desechado, se identificará, y marcarán todas las piezas por algún procedimiento que permita su fácil reconocimiento como no aptas. Además se tomará nota del número de cada pieza para evitar fraude. En el caso de que estos elementos se incluyesen en la obra, en contra de las instrucciones de la dirección de obra, a juicio de la misma, podrá llegarse a la rescisión del contrato.

- Examen del aspecto exterior.

Los tubos deberán presentar a simple vista una distribución uniforme de color y estarán libres de artistas, rebabas, rayas, fisuras, granos, poros, ondulaciones u otros defectos.

Se comprobará en la sección transversal la homogeneidad de coloración y se observará si existen inclusiones extrañas, grietas, burbujas u otros defectos.

Se rechazará cualquier elemento (tubo o accesorio) que presente señales de haberse reparado en frío o caliente, o que por cualquier otro defecto observado en el examen a simple vista el director de obra considere no apto para su empleo. Su número se eliminará de la lista para efectuar el muestreo y las piezas eliminadas no se repondrán en el lote, debiendo quedar este con su número de piezas primitivo rebajado en el de piezas eliminadas.

- Opacidad.

Se verificará que no pasa al interior del tubo más del 0,2 por 100 de la luz visible que incide en el exterior.

- Forma y dimensiones.

Se realizará la prueba en cinco (5) tubos de cada lote para verificar lo siguiente:

- Ortogonalidad de los extremos del tubo.
- Alineación de las generatrices.
- Longitud.
- Diámetro exterior.
- Espesor de la pared del tubo.
- Ovalación.

Las pruebas se realizarán a 20 ± 2 grados centígrados y 65 ± 2 por 100 de humedad relativa, sin acondicionamiento previo de los tubos.

Las pruebas se verificarán de la siguiente forma:

a) Se medirá cada una de las dimensiones en los cinco tubos seleccionados. Se hallará la media aritmética de cada dimensión y las desviaciones con respecto a la media.

b) Se obtendrá la desviación típica y el intervalo de confianza con una fiabilidad del noventa y cinco y medio por ciento (95,5%). El intervalo de confianza será: $m \pm 2S$.

Si los valores extremos del intervalo de confianza no superan las tolerancias, se admitirá el lote. En caso contrario se rechazará.

- Procedimiento para efectuar estas determinaciones:

a) Se colocarán cada uno de los tubos objeto de ensayo sobre una superficie plana que permita rodarlos y comprobar mediante escuadras la *ortogonalidad*, el plano ideal que debe formar cada extremo con la generatriz.

En el caso de tubos con copa se corregirá la diferencia de alturas debida a la copa.

b) *Alineación de las generatrices.* Se medirá la flecha máxima mediante una regla o un hilo de albañil bien tensado entre los extremos del tubo. La medida se efectuará con un calibrador pie de rey que aprecie como mínimo 0,5 mm.

c) *Longitud del tubo.* Se medirá con cinta métrica graduada en mm. Se tomarán dos medidas sobre generatrices opuestas, tomando la media como resultado válido. La precisión de las medidas será como mínimo de 1 mm.

d) *Diámetro exterior.* Se medirá con un calibre pie de rey con precisión de 0,05 mm, Se

efectuaran cuatro (4) medidas por tubo sobre dos diámetros perpendiculares en cada una de las dos secciones situadas a 1/3 de la longitud nominal de cada extremo, tomándose la media de las cuatro como resultado, con aproximación de 0,05 mm.

e) *Espesor de la pared del tubo.* Se determinará con un micrómetro de superficies curvas con una precisión de 0.05 mm. Las medidas se efectuarán en dos secciones situadas como mínimo a 20 mm. de los extremos del tubo. En cada tubo se tomarán cuatro medidas en cada una de dichas secciones en los extremos de dos diámetros perpendiculares.

f) *Ovalación.* Para su medición se utilizará la muestra de cinco (5) tubos anterior.

Se practicará un ensayo consistente en hacer pasar por el interior de cada tubo, una bola calibrada con el umbral de tolerancia o bien dos discos iguales y paralelos de la dimensión apropiada, sujetos a un vástago rígido y separados entre sí una distancia igual o superior al diámetro del tubo.

Si la galga no pasa a través de uno de los tubos, se tomarán otros cinco (5) al azar para realizar una segunda prueba análoga. Si la segunda prueba es positiva; se aceptara el lote completo desechando el defectuoso. Si la segunda prueba arroja algún tubo defectuoso, se rechaza el lote.

Si en la primera prueba se obtiene más de un tubo defectuoso se rechazará la partida.

El valor de la ovalación se expresa en mm con una aproximación de 0,05 mm.

- Prueba de estanqueidad

Para efectuar esta prueba se utilizarán los cinco tubos tomados en las pruebas anteriores.

Los tubos se mantendrán desde una hora antes a una temperatura de 20 ± 2 grados centígrados. Cada tubo se probará de la siguiente forma:

Se cerrarán herméticamente sus extremos con un procedimiento que no implique alteración de la resistencia del tubo, colocado en la tapa de un extremo un manómetro contrastado, un purgador de aire y una llave de llenado que estará conectada a una fuente de presión hidráulica

Se llenará el tubo de agua y después de purgar el aire interior se va elevando la

presión hidráulica a razón de 1 kg/cm² cada minuto, hasta alcanzar la presión de PN. Esta presión de prueba se mantendrá durante una hora. Durante este tiempo no deben observarse fugas, goteos, o transpiraciones visibles.

Si un tubo es defectuoso se repetirá la prueba en otros cinco. Si esta es satisfactoria en todos los tubos se admitirá el lote; en caso contrario se rechazará también todo el lote.

Las juntas se probarán por el mismo procedimiento que las llaves abiertas.

- Prueba de rotura bajo presión hidráulica interior

Se efectuará sobre tres probetas cortadas de tres tubos diferentes de cada lote, con una magnitud: $L = 3 \cdot D + X$

Con un valor mínimo de L igual a 250mm. y en donde:

L = Longitud de la probeta en mm.

D = Diámetro nominal del tubo en mm.

X = Longitud de los tapones de cierre.

- Las probetas se acondicionarán desde una hora antes del ensayo a 20±2 grados C.
- Se obtura cada probeta en sus extremos con los accesorios de cierre que no alteren la resistencia de la pared de las probetas.
- Se llenarán de agua, se purgarán de aire y se introducirán en un baño termostático donde permanecerán a la temperatura de 20±2 grados centígrados una hora antes del ensayo a fin de que se igualen las temperaturas. A continuación se aplicará lentamente presión a la probeta a menos de 1 kg/cm². Y segundo, hasta llegar a una presión hidráulica interna de 4 PN para la prueba de corta duración (60-70 segundos) de 2 PN para la prueba. Las probetas no se deberán romper antes de que transcurran dichos intervalos.

Si la prueba no fuera satisfactoria en las tres probetas se rechazará el lote. Si solo una no alcanza el valor exigido se ensayarán otras tres probetas sacadas de tres nuevos tubos tomados al azar. Si estas tres resultan satisfactorias se acepta todo el lote, pero si falla una se rechazará.

- Prueba de alargamiento y rotura a la tracción

Mediante esta prueba se determina la carga y el alargamiento en la rotura a la tracción de las probetas normalizadas obtenidas de los tubos. De cada tubo se preparan cinco probetas por el siguiente procedimiento:

- Se corta un trozo de tubo a lo largo de una generatriz y se calienta en estufa a 120 grados C. durante el tiempo necesario para conseguir el reblandecimiento del material.
- Se abre el tubo y se extiende entre dos planchas metálicas planas, que se someten a presión sin provocar variación sensible de espesor en el material. Se deja enfriar completamente. De esta plancha de material se cortan y se mecanizan por fresado cinco probetas con la forma y dimensiones especificadas en la norma (UNE 53-112-73 pruebas mecanizadas).
- Se rechazarán las probetas que presenten rayas, fisuras burbujas u otros inconvenientes que puedan falsear los resultados.
- Después del mecanizado se mantienen las probetas a la temperatura de 20 ± 2 grados centígrados dos horas.
- Se ensayan a tracción en una máquina provista de mordazas que puedan separarse a la velocidad constante de $6\text{mm/min} \pm 10$ por 100 y que disponga de indicadores de los esfuerzos y deformaciones instantáneas.
- Se traza la curva tensión-deformación y sobre ella se determina la carga específica de rotura y alargamiento en la rotura.
- Después de rotas las probetas se examina la sección de rotura de todas ellas, considerando nulos los ensayos en los que presenten cuerpos extraños en dicha sección.

La carga de rotura en kg/cm^2 se obtiene por la fórmula:

$$r = \frac{F}{b * e}$$

en donde:

- r = carga de rotura en kg/cm^2
- F = carga máxima alcanzada en kg/cm^2
- b = anchura inicial en centímetros de la parte calibrada de la probeta.
- C = espesor inicial en centímetros de la parte calibrada de la probeta.

El alargamiento en la rotura se obtiene por la fórmula:

$$E = \frac{L}{l} * 100$$

en donde:

- L = Variación de la longitud en cm de la parte calibrada de la probeta.
- l = espesor inicial en cm de la parte calibrada de la probeta.

El resultado final será la media aritmética de las cinco probetas ensayadas.

Si no cumple los valores exigidos se repetirá el ensayo sobre dos tubos distintos, de cada uno de los cuales se sacarán cinco probetas.

Si uno de estos tubos no cumple las prescripciones exigidas se rechazará, en caso contrario se aceptará .

- Prueba de resistencia al impacto a 0 grados y 20 grados centígrados.

Se realiza esta prueba sobre cinco tubos distintos de cada uno de los cuales se corta una probeta de la siguiente longitud:

→ 150 mm. si el tubo tiene un diámetro nominal inferior a 75mm.

→ 200 mm. si el tubo tiene un diámetro nominal superior a 75 mm.

Alrededor de cada probeta se trazan con lápiz graso tantas líneas equidistantes, paralelas al eje del tubo como se indica en la siguiente tabla:

DN	Número de líneas
40	1
50-63	2
75-90	4
110-125	6
140-160-180	8
200-225-250	12
280-315-355	16
≥ 400	24

Se acondicionarán las probetas a 0 grados ± 1 grado y a 20 ± 2 grados centígrados, durante dos horas como mínimo, e inmediatamente después se procede al ensayo.

Se utilizará un aparato que permita caer libremente y sin rozamiento apreciable un peso desde una altura cuyos valores (peso y altura) dependen del diámetro del tubo y de la temperatura de ensayo.

Temperatura de ensayo 0°C ± 1 °C.

Diámetro ext.	Peso de ensayo	Altura de caída
mm	kg.	mm.
<25	0,25	0,5
32	0,25	1
40	0,25	1
50	0,25	1
63	0,25	2
75	0,25	2
90	0,5	2
110	0,5	2
>=125	1	2

Temperatura de ensayo 20°C±2°C

Diam. ext.	Peso de ensayo	Altura de caída
16	0,5	2
20	0,75	2
25	1	2
32	1,25	2
40	1,375	2
50	1,5	2
63	1,75	2
75	2	2
90	2,25	2
110	2,275	2
125	2,75	2
140	3,25	2
160	3,75	2
180	3,75	2
200	4	2
225	5	2
250	5,75	2
280	6,25	2
>=315	7,5	2

El soporte de la probeta es un cilindro metálico cuyo ángulo ha de ser de 120 grados con caras planas y de longitud adecuada a la probeta.

Se deja caer el peso sobre una de las líneas trazadas en la probeta, si no se rompe se gira la probeta y se deja caer el peso sobre la línea siguiente, continuando así hasta

que la probeta se rompa o haya recibido un golpe en cada una de las líneas marcadas.

Se llama coeficiente de impacto a la relación entre el número total de probetas y el número de golpes expresado en porcentaje.

Se llama verdadero grado de impacto al coeficiente de impacto que se obtendrá si se ensayase todo el lote de tubos sometidos a examen.

Las probetas se irán ensayando hasta que el resultado global del ensayo caiga dentro de la zona de aceptación de la gráfica que rige este ensayo. El lote se aceptará si el coeficiente de impacto es inferior al 10 por 100 en el ensayo de 20 °C o al 5 por 100 en el ensayo a 0 °C.

- Prueba de comportamiento al calor

Se realiza sobre tres probetas tomadas de tres tubos distintos. Cada una tendrá una longitud de 300±20 mm. En cada probeta se trazarán dos marcas circulares distantes 100 milímetros, de manera que cada una de ellas está a 50 mm. de uno de los extremos.

Las probetas se acondicionarán antes del ensayo durante veinticuatro horas a 20° C ±2°C. Se medirá a esa temperatura la distancia entre las marcas con una aproximación de 25 mm., y a continuación se sumergirán las probetas en un baño a temperatura 150±2 grados centígrados suspendidas verticalmente del extremo más alejado de las señales evitando que toquen las paredes del recipiente termostático.

Se mantendrán en el baño durante quince minutos si el espesor del tubo es menor de 8 mm. Y treinta minutos si es mayor de 8 mm. Transcurrido este tiempo se retirarán las probetas y se enfriarán a 20±2 °C. Después de medir nuevamente la distancia entre las señales.

La variación de la distancia entre las marcas se obtiene por la siguiente fórmula:

$$T = \frac{L}{L_0} \cdot 100$$

en donde:

- T = variación de la longitud expresada en %.
- L = variación de las distancias entre señales antes y después del ensayo (L ser negativo)
- Lo = distancia entre señales antes del ensayo.

- Prueba de rugosidad.

Es optativa y se realiza solamente cuando existan razones a juicio del director de obra.

Esta prueba consiste en medir la pérdida de carga que se produce en el interior de la tubería para un determinado caudal. Con tubos o trozos elegidos por un procedimiento aleatorio para partidas de 2.000 metros de fracción, se forma una tubería en U que presente en cada rama de la U una longitud recta igual o superior a 100m. Por uno de los extremos de la U se inyectará agua a presión midiendo el caudal que circule ante un caudalímetro que aprecie 1 por mil.

Puesto en funcionamiento el sistema, purgando el aire y estabilizando el flujo, se observarán los manómetros diferenciales restando las lecturas. Se intercambiarán los manómetros y se volverán a leer obteniendo la diferencia de lecturas. El promedio de las diferencias dividido por dos será la pérdida de la carga de la tubería de 100m. De aquí se deducirá la J para cada una de las tres velocidades del agua.

El valor promedio de las tres J obtenidas no debe superar el que se obtendría por cálculo teórico. Cualquiera de los valores de J obtenidos no debe superar un 10% al correspondiente calculado. Si no se cumplen estas condiciones se rechazará la partida.

88.2.- Pruebas de obra

Pruebas a realizar:

Se harán dos pruebas hidráulicas diferentes:

- A presión hidráulica interior.
- A estanqueidad.

Prueba a presión hidráulica interior

Las tuberías de UPVC serán probadas a presión por tramos que no excedan de 500m. La presión de prueba será 3/4 PN. Si hay diferentes presiones normalizadas se probará por tramos compuestos de tubo de igual clase.

La presión se controla de forma que en ningún punto de la tubería existan inferiores a 0,68 PN. El control se efectuará mediante ventosas instaladas en los puntos altos. Se llenarán de agua y se verificará la continuidad hidráulica de la tubería en el tramo antes de aplicar la presión.

Seguidamente se hará subir la presión en el tubo a velocidad inferior a 10 Kg/cm² por

minuto. Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua. Se mantendrá la tubería en esta situación durante quince minutos. La prueba se considerará satisfactoria cuando el manómetro no alcance un descenso superior a: $(0.075PN)^{1/2}$. Si el descenso es superior, se corregirán las pérdidas de agua hasta conseguir la prueba satisfactoria dentro de un plazo prudencial que será fijado por la dirección de obra.

- Prueba de estanqueidad

Esta prueba debe realizarse para la red completa sometiendo a la máxima presión estática previsible. Si por alguna causa no fuese posible hacer esta prueba completa, se probará por tramos de igual timbraje a la mayor de las siguientes presiones:

- Máxima presión estática prevista en el tramo.
- PN/2

La prueba se realizará para la tubería o tramos de tubería en orden de servicio con todos sus elementos.

Llena y purgada la tubería, como en la prueba anterior, se elevará la presión lentamente inyectando agua hasta alcanzar la presión de prueba. Se anotará el tiempo, y se comenzará a medir el agua que es necesario continuar inyectando para conseguir que la presión se mantenga en la de prueba.

La duración de la prueba de estanqueidad será de treinta minutos y la pérdida de agua en este tiempo no debe superar:

$$V = 0,12 \sum L_i D_i$$

Siendo:

- V = Cantidad de agua inyectada en litros
- L_i = Longitud del tramo i (m.)
- D_i = Diámetro interior de la tubería en el tramo i (m.)

Si existen fugas manifiestas, aunque no se superen las pérdidas admisibles, deberán ser corregidas para lograr la mayor estanqueidad. Si se superan las pérdidas admisibles, obligatoriamente se investigarán las causas, se corregirán y se repetirá la prueba hasta lograr valores admisibles.

En un caso u otro los defectos se corregirán en un plazo prudencial que fije la dirección de obra.

Llaves o ventosas

Para efectuar esta prueba en llaves o ventosas, se montará la pieza formando un trozo corto de tubería obturado en los extremos.

Se harán dos (2) pruebas para las llaves; una de ellas con llave abierta, comprobando que no hay pérdidas ni humedades. Se admite el apretado de prensa estopas.

La segunda, a llave cerrada, con una cámara de agua a presión y la otra vacía. En la vacía no se apreciarán humedades a través del obturador. La prueba será también de doble control, sobre cinco (5) elementos en la primera etapa y otros cinco (5) en la segunda.

Para las ventosas sólo se hará la prueba descrita para llave abierta.

EPIGRAFE IV: TOLERANCIAS

ARTÍCULO 89.-Tolerancia en el diámetro nominal

Las tolerancias admisibles serán siempre positivas y se determinarán por la fórmula:

$$(0,0015 D + 0,1)\text{mm.}$$

Redondeándolas a 0,05mm., con un valor mínimo de 0,2mm.

"D" expresado en milímetros.

ARTÍCULO 90.-Tolerancias en el espesor nominal de la pared

Serán siempre positivas y se determinarán por la fórmula:

$$(0,1 e + 0,2)\text{mm.}$$

Redondeándolas a 0,05 mm. y con un valor mínimo de 0,3 mm, y "e" expresado en milímetros.

ARTÍCULO 91.-Tolerancias a la longitud nominal.

Será de ± 10 mm. (diez milímetros en defecto o en exceso) para todas las longitudes cualesquiera que sean los diámetros.

ARTÍCULO 92.-Tolerancias en el diámetro interior de la embocadura.

a) Juntas por encolado.

Solo se admitirán tolerancias positivas que no superarán a:

$$(0,0015 (D+2e) + 0,1) \text{ (mm.)}$$

Redondeándolas a 0,05 mm. con un valor mínimo de 0,2mm.

b) Juntas elásticas.

Las tolerancias en el diámetro interior de las juntas deberán ser fijadas por el fabricante, considerando las del diámetro exterior del tubo y las del anillo o anillos. Permitirán una desviación de al menos tres grados en la alineación.

ARTÍCULO 93.-Tolerancias en la ortogonalidad de los extremos.

El plano teórico que define la corona circular que se encuentra en cada extremo del tubo formará con la generatriz del mismo un ángulo interior al intervalo 90 grados ± 2 grados sexagesimales.

ARTÍCULO 94.-Tolerancias en alineación.

Diámetro nominal en milímetros para "L" en metros	Flecha máxima en metros
Desde 80 a 200	4.5 x L
Desde 250 a 500	3.5 x L
Desde 600 en adelante	2.5 x L

ARTÍCULO 95.- Muestras inutilizadas.

La dirección de la obra tendrá derecho a separarlas inutilizándolas si fuera preciso en las proporciones que para cada prueba se especifica, y se tendrá en cuenta que para

el conjunto de todas las pruebas y ensayos el valor del material inutilizado, pero aceptable de la obra según los mismos no superará el 1,5% del total instalado. En este porcentaje no se tendrá en cuenta el material utilizado en las segundas series de ensayos, cuando sean necesarios por haberse producido el máximo número de fallos tolerado en las primeras series.

EPIGRAFE V: TRANSPORTE, ACOPIO Y PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES

ARTÍCULO 96.- Inspección en fábrica previa al transporte

Con independencia de la vigilancia que realice la dirección de obra, el contratista está obligado a inspeccionar los pedidos de tubería de PVC y las piezas especiales correspondientes en la fábrica, o en los almacenes del proveedor, antes de proceder a la carga del material, asegurándose que se corresponden con las exigencias del proyecto y que no hay elementos de transporte deteriorados.

ARTÍCULO 97.- Carga, transporte, descarga y acopio

Las operaciones de carga se realizarán a mano o con medios mecánicos, con las debidas precauciones para no dañar el material.

Durante el transporte se evitará la trepidación y el contacto con piezas metálicas, sobre todo, si se trata de puntas o aristas.

También se tendrá en cuenta no dejar los materiales expuestos al sol ni que sufran temperaturas demasiado altas ni demasiado bajas.

En la descarga se observarán las mismas precauciones que en la carga. Los rollos de tuberías pueden almacenarse, pero esto se hará en cobertizos y a temperatura similar a la que van a sufrir cuando estén instalados. Los rollos podrán ponerse horizontalmente y apilados hasta 2 metros de altura.

ARTÍCULO 98.- Instalación.

La tubería de PVC podrá instalarse sobre el terreno o enterrada. El primer caso sólo se utilizará para tuberías de pequeño diámetro que además estén protegidas durante la mayor parte del tiempo de la acción directa de los rayos ultravioletas o altas temperaturas.

Cuando las tuberías se coloquen enterradas podrá hacerse abriendo zanjas o bien instalándolas directamente mediante subsolador o arado topo.

Las zanjas se abrirán con máquinas adecuadas para este fin. Se abrirán a mano sólo en casos especiales y cuando determinadas circunstancias aconsejen esta precaución.

Las tierras procedentes de la excavación se amontonarán en cordones paralelamente a la zanja, situándolas siempre al mismo lado, para facilitar el macizado de las mismas con equipos mecánicos.

En caso de que las zanjas estén a media ladera, los cordones de tierra extraídos se colocarán en el lado más alto para proteger la excavación de las aguas de escorrentía superficial.

ARTÍCULO 99.-Almacenamiento de los tubos

Los tubos en ningún caso se amontonarán formando grandes pilas a la intemperie, especialmente en condiciones de clima cálido.

Los tubos podrán almacenarse bajo cubierta en capas, de forma que las copas y los extremos machos están alternados y que aquellas queden salientes para evitar la deformación permanente de los tubos.

Para un almacenamiento a largo plazo, deberá colocarse bajo los tubos un soporte o caballetes de madera de una anchura no inferior a 75mm, separados entre sí un metro como máximo para tubos de más de 150 mm. de diámetro. Para medidas inferiores se separarán los caballetes a una distancia de 500 mm.

La pila de tubos no tendrá más de siete capas y, en todo caso, su altura no deberá exceder de 1.500 mm. Si se apilan tubos de distinto diámetro, los más gruesos

deberán colocarse siempre en la base.

Si los tubos han de almacenarse durante corto periodo de tiempo a la intemperie y no se dispone de caballetes, el terreno de apoyo deberá estar bien alineado y libre de piedras sueltas. Los tubos almacenados así no deberán apilarse en más de tres altura y deberán estar sujetos para evitar movimientos.

La altura de las pilas deben reducirse si los tubos están anidados (tubos de menor diámetro introducidos dentro de otros de diámetro superior). La reducción de la altura será proporcional al peso de los tubos anidados comparado con el de los tubos de mayor diámetro.

En cualquier caso los tubos deberán protegerse de la acción directa de los rayos solares mediante lonjas, sombreros, etc.

Como la solidez de cualquier junta depende mucho de las condiciones en que se encuentre la copa y el extremo macho, se tomarán los máximos cuidados para evitar daños en los extremos de los tubos durante la carga, transporte, descarga y almacenaje.

ARTÍCULO 100.-Zanjas

Las zanjas se abrirán con máquinas adecuadas para este fin. Se abrirán a mano solo en casos especiales y cuando determinadas circunstancias aconsejen esta precaución. Las tierras procedentes de la excavación se amontonarán en cordones paralelamente a la zanja, situándolas siempre al mismo lado, para facilitar el macizado de ellas con equipos mecánicos.

ARTÍCULO 101.- Dimensiones de las zanjas.

La tubería será enterrada a una profundidad tal que quede protegida del tráfico que por azar pueda cruzarla, de las operaciones mecánicas agrícolas, de heladas o de grietas en el suelo.

La mínima profundidad a colocar la tubería será de 0,5 m. para diámetros de hasta 63 mm., de 0,60 m. para diámetros de 75 y 100 mm. y de 0,75 m. para los diámetros superiores a 110 mm.

La máxima profundidad de la zanja será de 1,20 m. Para mayores profundidades habrá de consultarse al fabricante.

La mínima anchura de la zanja en el fondo será tal que permitirá la colocación de juntas si ello fuera necesario y el inicio del relleno con la compactación.

Se tomarán especiales precauciones de seguridad cuando se trabaje en suelos inestables en zanjas profundas o en otras circunstancias peligrosas.

ARTÍCULO 102.- Perfilado de la rasante.

El fondo de la zanja deberá dejarse continuo, firme, relativamente suave y libre de rocas, troncos o raíces. En donde ello no sea posible, se colocará arena para formar un lecho entre el tubo y el fondo de la zanja de, por lo menos, 10 cm. de espesor. En todos los casos el tubo descansará en el fondo de acuerdo con el perfil proyectado.

ARTÍCULO 103.- Precauciona en terrenos especiales.

En los terrenos dotados de alta proporción de arcillas expansivas cuyas dilataciones y contracciones puedan dañar la tuberías, se evitará su contacto directo con el suelo mediante relleno de material granular que podrá ser arena o gravilla.

En laderas donde haya peligro de deslizamiento o de formaciones de grietas se aumentará la profundidad de la zanja colocando las tuberías a ser posible fuera de la zona afectada por dichos movimientos de suelo.

ARTÍCULO 104.-Drenaje de las zanjas

Para evitar que por inundación de las zanjas se produzca la flotación de la tubería o derrumbes de tierras y arrastres, inmediatamente después de haber perfilado las rasantes y en cualquier caso antes de depositar la tubería en el fondo de aquella, se abrirán drenajes en los puntos donde sea necesario de acuerdo con el perfil para garantizar la completa evacuación de las aguas hacia los desagües de la zona.

ARTÍCULO 105.- Acopio de las piezas especiales.

Los accesorios o piezas especiales deberán distribuirse repartidas entre las tuberías, lo más próximo posible a los sitios de colocación de modo que puedan apreciarse con facilidad las faltas o sobrantes que pudiera haber.

ARTÍCULO 106.- Instalación de tuberías.

Después de nivelar y apisonar manualmente el material del lecho, o la correcta pendiente longitudinal de la tubería y su continuidad al objeto de evitar crestas, se procederá a la colocación a mano de los tubos sobre la superficie del lecho.

Los tubos de UPVC con juntas soldadas deberán colocarse siguiendo una línea para absorber los movimientos de contracción. La amplitud y frecuencias dependen de la temperatura y se ajustarán a la siguiente tabla:

Disminución de Tª Prevista en °C	Incremento de longitud a instalar sobre la medida en línea recta (%)
10	0.8
15	1.2
20	1.6
25	2.0
30	2.4
35	2.8
40	3.2
45	3.6
50	4.0

Los tubos acoplados con juntas telescópicas y anillos elastoméricos con suficiente latitud de movimiento, no requieren precauciones especiales para protegerlos de los cambios dimensionales por efectos de las contracciones y dilataciones de origen térmico.

En caso de que la pendiente medida en el perfil de la rasante sea considerable, se colocarán los tubos en sucesión de abajo hacia arriba con objeto de evitar deslizamientos.

A medida que quede instalada la tubería se taponarán las aberturas para evitar la entrada de animales o elementos extraños en la misma.

ARTÍCULO 107.- Anclajes de las piezas especiales

Los codos, curvas, desviaciones, terminales, válvulas de paso, purgadores y todas aquellas piezas que sometidas a presión hidráulica interior, a los esfuerzos dinámicos producidos por la circulación del agua u otras acciones, experimenten la acción de fuerzas cuya resultante no pueda ser absorbida por la conducción deberán ser anclados, se especifique o no en los restantes documentos del proyecto.

El anclaje consistirá en un dado de hormigón cuyo peso y superficie de apoyo garantizarán su estabilidad. Para calcularla se tendrá en cuenta también la adherencia al plano teórico formado por el fondo horizontal de la zanja en que descansa, así como la superficie vertical de apoyo en uno de los paramentos de aquella, precisamente aquél en el que incida la resultante de los esfuerzos exteriores a la conducción.

La presión hidráulica que se utilizará como base de cálculo, será la máxima incidental que pueda alcanzarse, bien sea por golpe de ariete o por cualquier otra causa. Es decir, el mayor valor de la presión de trabajo P_t . A los esfuerzos dinámicos, como, por ejemplo, la fuerza centrífuga, se sumará el valor calculado por el procedimiento anterior, bien entendido por dichos esfuerzos dinámicos deberán corresponder también al caudal máximo incidental.

ARTÍCULO 108.-Pasos especiales

En los pasos bajo calles, caminos, carreteras, ferrocarriles, se realizarán las obras con arreglo a las condiciones impuestas por los organismos encargados de velar por la conservación de dichas redes viarias, y en los casos en que no existan dichas condiciones, se macizarán las zanjas en el tramo de la travesía con hormigón dejando

una caja de obra de fábrica para situar la tubería y rellenarla con material granular, de modo que sea posible, en caso de averías, extraer los tubos con facilidad.

La forma y resistencia de la caja evitará que se transmitan a la conducción las cargas determinadas por el tráfico.

ARTÍCULO 109.- Hormigón para piezas de anclaje

Cualquiera que sea su composición dará una resistencia característica de rotura a la compresión en probeta cilíndrica a los veintiocho (28) días no inferior a veinticinco (25) N/mm².

ARTÍCULO 110.- Prueba de la instalación

Una vez colocada la tubería, las piezas especiales y accesorios, y hechos los anclajes, y antes del cierre de zanjas se procederá a probar la instalación a presión y estanqueidad.

Si fuera necesario un relleno parcial de zanjas se dejarán al descubierto todas las juntas, piezas y elementos accesorios.

La instalación se empezará a llenar de agua lentamente con una velocidad que no exceda los 0,3 m/seg. Se tendrá especial cuidado en que no quede aire atrapado en la instalación. Se irá elevando la presión lentamente hasta alcanzar la presión de prueba que será 1,4 veces la presión de trabajo (Pt) para la que ha sido diseñada la instalación y que se mantendrá durante media hora (1/2). El tiempo que se tardará en alcanzar dicha presión será, por lo menos, de diez minutos para diámetros de hasta 100 mm., longitudes de tubería de hasta 300 m. y presiones de prueba de hasta 10 kg/cm². Para diámetros mayores y longitudes mayores deberá aumentarse el tiempo utilizado.

La instalación será inspeccionada completamente mientras se mantiene la presión de prueba con una oscilación máxima de $\pm 0,5$ kg/cm². Todas las fugas o pérdidas de agua detectadas durante esta inspección serán corregidas obligatoriamente en un plazo de tiempo prudencial que señalará la dirección de obra.

Si la extensión de la red así lo aconseja se podrán fraccionar estas pruebas por tramos fácilmente aislables.

Todos los gastos que ocasionen estas pruebas serán de cuenta del contratista. Entre ellos el suministro de agua, sin que pueda alegarse para el retraso de las mismas la ausencia de conducción de agua hasta la obra, ya que si así fuera deberá transportarla también a sus expensas.

ARTÍCULO 111.- Cierre y macizado de las zanjas

Una vez instalada la tubería y observada la precaución de que descansa en toda su longitud sin dejar espacios faltos de apoyo que pudieran provocar flexión e instaladas todas las piezas especiales, se procederá a rellenar las zanjas en dos etapas:

- En la primera etapa se completará con material de relleno apisonado para conseguir un arco de apoyo correspondiente a un ángulo en el centro igual o superior a 90°. A continuación se cubrirá la conducción con una capa de tierra o con montones “punteando” a la misma. El proyectista o en su defecto el director de obra decidirá sobre la clase de material de relleno. Dicho relleno debe ser un material granular fino desprovisto de aristas vivas, de piedras de más de 15 mm de diámetro y de terrones de más mm de diámetro.

En esta primera etapa no se debe compactar el relleno hasta el enrase con la generatriz inferior, sí en cambio, se compactará la pequeña capa que desde ese nivel permita alcanzar el arco de apoyo de 90° y el grado de compactación será no menor al 90% de Proctor Normalizado.

- Después de probar satisfactoriamente la instalación se procederá a la segunda etapa de llenado la cual también se hará en tongadas de 20 cm. de espesor que van compactándose. El material utilizado puede ser más grueso, pero sin pasar de 75 mm. de diámetro. Solo se podrá emplear maquinaria en la última capa y siempre que se haya sobrepasado el mínimo espesor de cobertura señalado en el artículo 32 de este pliego. El relleno se completará hasta el enrase con la superficie primitiva del terreno después del compactado.

CAPITULO V: CONDICIONES DE LOS EMISORES UTILIZADOS EN RIEGO **LOCALIZADO.**

EPIGRAFE I: CONDICIONES GENERALES

ARTÍCULO 112.- Prescripciones técnicas para los emisores utilizados en el riego localizado.

El objeto de este pliego es establecer las especificaciones de diseño y de operación de los emisores, y sus métodos de ensayo, así como los datos que deben ser proporcionados por el fabricante para permitir la correcta instalación y manejo en el campo.

ARTÍCULO 113.- Definiciones.

113.1.- Emisor (gotero). Es el dispositivo instalado en un ramal de riego y destinado a suministrar agua en forma de gotas, y cuyo caudal, en régimen normal de funcionamiento no sobrepasa los 16 litros/hora.

113.2.- Emisor autocompensante (o de caudal fijo). Emisor de caudal fijo a presión de agua variable dentro de los límites especificados en la entrada del gotero.

113.3.- Emisor de caudal variable (no autocompensante). Emisor cuyo caudal varía al cambiar la presión del agua que llega a la entrada del emisor.

113.4.- Emisor interlinea. Emisor diseñado para instalarlo entre dos tramos contiguos de tubo portaemisores, o lateral, asegurando la continuidad de este.

113.5.- Emisor sobre línea. Diseñado para instalarlo en la pared del ramal de riego.

113.6.- Emisor de salida múltiple. Es aquel cuyo flujo sale al exterior dividido y dirigido hacia diferentes puntos.

113.7.- Emisor autolimpiante. Es el capaz de eliminar partículas no filtradas situadas en su interior, evitando así las obstrucciones.

113.8.- Presión nominal de ensayo (PNDE ò PN). Presión de trabajo, descrita en la ficha técnica del fabricante como presión nominal de ensayo.

113.9.- Campo de variación de las presiones de trabajo. Campo de variación de presiones del agua a la entrada del emisor entre la presión de trabajo mínima ($P_{mín}$) y la presión de trabajo máxima ($P_{máx}$) especificadas por el fabricante del gotero para asegurar su correcto funcionamiento.

113.10.- Intervalo de regulación. Intervalo de presiones a la entrada del emisor autocompensante, dentro del cual éste se comporta como autocompensante.

113.11.- Caudal nominal de ensayo.

113.11.1.- Emisor autocompensante. Caudal del emisor en el punto medio del campo de variación de presiones, a la temperatura del agua de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

113.11.2.- Emisor de caudal variable. Caudal del emisor a la presión nominal de ensayo y a la temperatura del agua de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

113.12.- Tubo portaemisores o lateral de riego. Es el ramal de riego que suministra el agua directamente a los emisores instalados en el mismo.

ARTÍCULO 114.- Clasificación de los emisores.

Los emisores se clasifican, de acuerdo con su uniformidad de caudal y su ajuste al caudal nominal, en dos categorías:

- Categoría A. Son emisores de elevada uniformidad de caudal y pequeña desviación respecto al nominal.
- Categoría B. Son emisores de baja uniformidad de caudal y considerable desviación de caudal respecto del nominal.

ARTÍCULO 115.- Marcado de los goteros.

Cada emisor llevará clara y permanentemente marcada en zona apropiada y visible, de forma que no obstruya su normal funcionamiento los siguientes datos:

- Caudal Nominal de ensayo en Litros/hora.
- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Letra A o B indicando su categoría.
- Flecha indicadora de la dirección del flujo (en caso necesario)
- Material de que está hecho.

EPIGRAFE II: MATERIALES.

ARTÍCULO 116.- Normas generales.

El emisor y todos sus elementos deberán estar bien ejecutados y fabricados, de acuerdo con las recomendaciones de la buena práctica.

Los componentes que pertenezcan a emisores desmontables del mismo tamaño y modelo, y producidos por el mismo fabricante, deberán ser intercambiables.

La construcción de un emisor desmontable debe permitir la sustitución de sus distintos elementos componentes. Si son necesarias herramientas especiales deberá suministrarlas el fabricante.

Los diferentes componentes del emisor deberán estar libres de defectos que puedan afectar adversamente a la operación del emisor o reducir su resistencia mecánica.

La conexión del emisor al lateral deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante, siempre que la conexión cumpla con los requisitos de estas prescripciones, relativos a la resistencia a la presión hidráulica interna y a la tracción.

ARTÍCULO 117.- Conexiones de los emisores interlínea.

Cuando los racores de los emisores interlínea están diseñados para ajustar la presión, los dientes o barbillas deberán tener un tamaño tal que impidan la desconexión por tirón y, al mismo tiempo, que no aumenten el diámetro interior del tubo de riego de PE en más del 13%.

ARTÍCULO 118.- Materiales componentes de los emisores.

Los materiales utilizados en la construcción del emisor serán inalterables por el agua, los fertilizantes y los productos químicos comúnmente aplicados en el riego, incluidas las aguas residuales depuradas.

Los emisores no llevarán componentes metálicos sensibles a la corrosión. Los materiales deberán ser de un tipo que no soporte el crecimiento de algas y bacterias.

Los elementos de plástico del emisor expuestos a la luz del sol, deberán estar protegidos contra la degradación por los rayos ultravioleta.

EPIGRAFE III: ENSAYOS Y PRUEBAS.

ARTÍCULO 119.- Muestras para el ensayo.

Los emisores destinados a ensayo deberán obtenerse al azar a partir de una población de quinientas (500) unidades como mínimo. El número de emisores de la muestra será, por lo menos, de veinticinco (25). El número de ejemplares destinados a cada ensayo se especifica en el artículo correspondiente.

ARTÍCULO 120.- Descripción de las condiciones del ensayo.

Para la realización de los ensayos, los emisores de la muestra deben estar acoplados a los tubos, siguiendo las recomendaciones indicadas por el fabricante y relativas al tipo de tubo a emplear, al sistema de conexión y a las herramientas a utilizar.

Los emisores sobre línea deberán estar insertos en orificios abiertos en la pared del tubo, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los emisores interlínea deben estar acoplados entre dos tramos contiguos de tubo.

La grasa o los productos químicos que pueden afectar a las propiedades del tubo o de los goteros no deberán aplicarse para acoplar el gotero al tubo.

Si el fabricante suministra normalmente los emisores incorporados a los tubos, se utilizará como muestra para el ensayo una cierta longitud del tubo con los goteros incorporados.

Los ensayos deben realizarse con agua filtrada a través de una malla de 100 a 75 micras y a una temperatura ambiente del aire de $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

La presión del agua deberá medirse con una aproximación de ± 2 mca. Durante el ensayo la presión no debe variar más del 1%. El caudal del gotero debe medirse con una aproximación de $\pm 1\%$.

ARTÍCULO 121.- Ensayos de comprobación de características.

121.1.- Aspecto. Se deberá desmontar el emisor en sus elementos componentes (siempre que los elementos estén diseñados para desmontarlos). Se preparará una sección transversal de cada elemento o del emisor (si este está hecho de una sola pieza), y se comprobará visualmente los defectos estructurales que presente.

El emisor y sus elementos no deberán presentar defectos de fabricación tales como rayas, surcos, resaltos, grietas, burbujas, etc., sobre la superficie del conducto del agua.

121.2.- Conductos interiores del emisor. Se medirá la más pequeña dimensión del conducto del emisor, con una precisión de 0.02 mm. La dimensión más pequeña del conducto debe estar conforme con la dimensión declarada por el fabricante con una desviación admisible de $\pm 15\%$.

121.3.- Resistencia a presión hidrostática. Se conectará un extremo de la tubería a una fuente de presión hidrostática y se cerrará el otro extremo. Se realizará el ensayo con un mínimo de 5 emisores instalados en la tubería. Este ensayo se realizará en 2 etapas:

- a) Se ensayará la estanqueidad del conjunto de la forma siguiente: Se incrementará la presión entre intervalos, a 5 minutos a 0.4 veces de la presión máxima de trabajo, a continuación a 5 minutos a 0.8 veces la presión máxima de trabajo, por último a 60 minutos a 1.2 veces la presión máxima de trabajo. No deberá producirse pérdida alguna a través de los componentes del emisor o de sus conexiones a la tubería, a excepción de los puntos de descarga del emisor.
- b) Inmediatamente después de completada la etapa a), se aumentará la presión hasta dos veces la presión máxima de trabajo, y se mantendrá esta situación hasta 5 minutos. Los emisores deberán resistir el ensayo sin sufrir daños y sin desconectarse del conjunto.

Nota: Si el emisor puede ser desmontado para su limpieza o sustitución de elementos y montado de nuevo, el ensayo se realizará después del montaje del emisor, siguiendo las instrucciones del fabricante, y tres veces sucesivas.

121.4.- Resistencia de los goteros a desconectarse por tracción.

121.4.1.- Goteros interlínea. Se realiza el ensayo con un mínimo de tres tramos de tubo que contenga, cada uno, un emisor. Se aplicará a los dos tramos de tubo acoplados al gotero, una fuerza de tracción axial F calculada por la fórmula:

$$F = 1.5 \cdot \sigma \cdot \pi \cdot (D - e)$$

en donde:

F: Fuerza de tracción en N.

σ : Tensión admisible para el material del tubo (N/mm²).

e: Espesor de la pared del tubo (mm)

D: Diámetro exterior del tubo (mm)

La fuerza F no debe ser superior a 500 N. Esta fuerza se aplica durante una hora con el emisor en situación vertical. El emisor deberá soportar la fuerza F sin salirse del tubo.

121.4.2.- Goteros sobre línea. En este tipo de goteros se aplicará gradualmente una fuerza de tracción al gotero, perpendicularmente al tubo, de 40 N durante una hora. El emisor deberá soportar la fuerza de tracción sin desprenderse de la pared del tubo.

ARTÍCULO 122.- Ensayos de funcionamiento.

122.1.- Uniformidad de caudal. Se puede diferenciar entre:

- a) Emisor de salida simple. La muestra destinada al ensayo, estará compuesta por un mínimo de 25 emisores
- b) Emisor de salida múltiple. La muestra destinada al ensayo estará compuesta por un número de emisores comprendido entre 10 y 25. Todas las salidas de los emisores pertenecientes a la muestra deberán estar abiertas y todas ellas se incluirán en el ensayo.

En emisores no compensantes se medirá el caudal vertido por los emisores cuando la presión del agua a la entrada del emisor sea igual a la presión nominal

de ensayo. Se anotará independientemente el caudal proporcionado por cada una de las salidas de los emisores. El caudal medio obtenido no deberá desviarse respecto al caudal nominal de ensayo en más de un 5% en los emisores de categoría A y de un 10% en los emisores de categoría B.

El coeficiente de variación de los emisores ensayados no será superior al 5% en los emisores de categoría A y al 10% en los de categoría B.

El coeficiente de variación se calcula como: $CV = (S/q) \times 100$. Donde S es la desviación típica de la muestra y q es el caudal medio de la muestra.

En emisores autocompensantes, previamente al inicio del ensayo de la muestra se someterán, durante un tiempo no inferior a 60 minutos, a una presión igual al valor central del intervalo de presiones efectivas de trabajo.

A continuación, los emisores se someterán por tres veces consecutivas a la presión máxima y de forma alternativa, tres veces más a la presión mínima. Estas operaciones extremas se mantendrán, en cada operación, durante un mínimo de 3 minutos. En los 10 minutos posteriores se situará la presión en el valor medio del intervalo de compensación.

122.2.- Curva caudal-presión de los emisores. Se numerarán los emisores ensayados en el punto anterior, de acuerdo con el caudal obtenido (el nº 1 corresponderá al de menor caudal). Se seleccionan 4 emisores de la serie y se estudiará con ellos la variación de caudal producido al variar la presión a la entrada del emisor, con incrementos sucesivos no superiores a 50 kPa.

Cada emisor se someterá a presiones comprendidas entre 0 y 1.2 veces la presión máxima. Los emisores autocompensantes se ensayarán a 3 o más diferentes valores de presión. Las mediciones de caudales deberán realizarse después de transcurridos tres minutos desde que se haya alcanzado la presión de ensayo.

Si en el proceso de ensayo la presión a la entrada del emisor excediera en más de 10 kPa la presión prevista, durante el ascenso o el descenso, se retornará al valor de presión nula y se iniciará el ensayo.

Para emisores no compensantes y autocompensantes, la curva que deberá ser conforme a la curva facilitada en la ficha técnica proporcionada por el fabricante. Como máximo se admitirán desviaciones del 5% para todos los valores de presión.

ARTÍCULO 123.- Datos a facilitar por el fabricante.

El fabricante deberá poner a disposición del usuario, juntamente con los emisores, la información por escrito necesaria y que deberá incluir como mínimo los siguientes datos:

- INDICACIONES GENERALES:
 - ✓ Año de fabricación.
 - ✓ Número de catálogo del emisor.
 - ✓ Instrucciones para la conexión del emisor.
 - ✓ Tipo de tubería aconsejable para el empleo del emisor y de sus dimensiones.
 - ✓ Limitaciones de uso del emisor (fertilizantes, productos químicos, etc.).
 - ✓ Recomendaciones de filtrado, incluyendo la dimensión del menor paso de agua.
 - ✓ Instrucciones para la limpieza y prevención de obturaciones del emisor.
 - ✓ Caudal nominal en el proceso de lavado (si corresponde).
 - ✓ Categoría del emisor en relación a su uniformidad de caudal.

- INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO:
 - ✓ Instrucciones de almacenamiento, mantenimiento y reparaciones.
 - ✓ Intervalo de presiones efectivas de trabajo.
 - ✓ Curva de caudal-presión.
 - ✓ Ecuación característica del emisor.
 - ✓ Intervalo de autocompensación (si corresponde).
 - ✓ Longitud equivalente en metros de tubería de la pérdida de carga singular originada por la conexión del emisor a la línea de riego.
 - ✓ Coeficiente de variación de caudal.

CAPITULO VI: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE FACULTATIVA

EPIGRAFE I: OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA

ARTÍCULO 124.- Remisión de solicitud de ofertas.

Por la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a las Empresas especializadas del sector, para la realización de las instalaciones específicas en el presente Proyecto para lo cual se pondrá a disposición de los ofertantes un ejemplar del citado Proyecto o un extracto con los datos suficientes. En el caso de que el ofertante lo estime de su interés, deberá presentar además de la mencionada, la o las soluciones que recomiende para resolver la instalación.

El plazo máximo fijado para la recepción de ofertas será de un mes.

ARTÍCULO 125.-Residencia del contratista.

Desde que se dé principio a las obras, hasta su recepción definitiva, el Contratista o un representante suyo autorizado deberá residir en un punto próximo al de ejecución de los trabajos y no podrá ausentarse de él sin previo conocimiento del Ingeniero Director y notificándole expresamente, la persona que, durante su ausencia le ha de representar en todas sus funciones.

Cuando se falte a lo anteriormente prescrito, se considerarán válidas las notificaciones que se efectúen al individuo más caracterizado o de mayor categoría técnica de los empleados y operarios de cualquier ramo que, como dependientes de la contrata, intervengan en las obras y, en ausencia de ellos, las depositadas en la residencia, designada como oficial de la Contrata en los documentos del reformado del proyecto, aún en ausencia o negativa de recibo por parte de los dependientes de la Contrata.

ARTÍCULO 126.- Reclamaciones contra las órdenes de dirección

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes emanadas del Ingeniero Director, solo podrá presentarlas a través del mismo ante la

propiedad, si ellas son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes; contra disposiciones de orden técnico o facultativo del Ingeniero Director, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno mediante exposición razonada, dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo que, en todo caso, será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

ARTÍCULO 127.- Despido por insubordinación, incapacidad y mala fe.

Por falta del cumplimiento de las instrucciones del Ingeniero Director o sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras; por manifiesta incapacidad o por actos que comprometan y perturben la marcha de los trabajos, el Contratista tendrá la obligación de sustituir a sus dependientes y operarios, cuanto el Ingeniero Director lo reclame.

ARTÍCULO 128.- Copia de los documentos

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los Pliegos de condiciones, presupuestos y demás documentos de la contrata. El Ingeniero Director de la Obra, si el Contratista solicita estos, autorizará las copias después de contratadas las obras.

EPIGRAFE II.- TRABAJOS, MATERIAL Y MEDIOS AUXILIARES

ARTICULO 129.- Libro de órdenes

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Ordenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra.

El cumplimiento de las órdenes expresadas en dicho Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que figuran en el Pliego de Condiciones.

ARTÍCULO 130.- Comienzo de los trabajos y plazo de ejecución

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación: previamente se habrá suscrito el acta de replanteo en las condiciones establecidas en el artículo 7 de este Pliego.

El adjudicatario comenzará las obras dentro del plazo de 15 días desde la fecha de adjudicación. Dará cuenta el Ingeniero Director, mediante oficio, del día que se propone iniciar los trabajos, debiendo éste dar acuse de recibo.

Las obras quedarán terminadas dentro de los meses establecidos por el Ing. Director.

El Contratista está obligado al cumplimiento de todo cuanto se dispone en el Reglamento Oficial del Trabajo.

ARTÍCULO 131.- Condiciones generales de ejecución de los trabajos.

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales y mano de obra que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales de índole Técnica" y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Para ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servirle de excusa ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que el Ingeniero Director o sus subalternos no le hayan llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta.

ARTÍCULO 132.- Trabajos defectuosos

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o en los materiales empleados, o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados estos y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrán disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado y todo ello a expensas de la contrata.

ARTÍCULO 133.- Obras y vicios ocultos

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos de la demolición y de la reconstrucción que se ocasionen, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente; en caso contrario correrán a cargo del propietario.

ARTÍCULO 134.- Materiales no utilizables o defectuosos.

No se procederá al empleo y colocación de los materiales y de los apartados sin que antes sean examinados y aceptados por el Ingeniero Director, en los términos que prescriben los Pliegos de Condiciones, depositando al efecto el Contratista, las muestras y modelos necesarios, previamente contraseñados, para efectuar con ellos los ensayos o pruebas preceptuadas en el Pliego de condiciones, vigente en la obra.

Los gastos que ocasionen los ensayos, pruebas, etc. serán a cargo del Contratista.

Cuando los materiales o aparatos no fueran de la calidad requerida o no estuviesen perfectamente preparados, el Ingeniero Director dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas en los Pliegos o, a falta de estos, a las órdenes del Ingeniero Director.

ARTÍCULO 135.- Medios auxiliares.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras aún cuando no se halle expresamente estipulado en los Pliegos de condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero director y dentro de los límites de posibilidad que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Serán de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha de la ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo por tanto, al Propietario responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán asimismo de cuenta del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallado, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas nocturnas, etc. y todas las necesarias para evitar accidentes previsibles en función del estado de la obra y de acuerdo con la legislación vigente.

EPIGRAFE III: RECEPCION Y LIQUIDACION

ARTÍCULO 136.- Recepciones provisionales

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del Propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considerará de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director debe señalar al Contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este Pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que acompañarán los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al Contratista.

ARTÍCULO 137.- Plazo de garantía

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que será de un año. Durante este periodo, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos imputables a defectos y vicios ocultos.

ARTÍCULO 138.- Conservación de los trabajos recibidos provisionalmente

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario, procederá a disponer todo lo que se precise para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuere menester para su buena conservación, abonándose todo aquello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de rescisión de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del mismo corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuere preciso realizar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y repasar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

El Contratista se obliga a destinar a su costa a un vigilante de las obras que prestará su servicio de acuerdo con las órdenes recibidas de la Dirección Facultativa.

ARTÍCULO 139.- Recepción definitiva

Terminado el plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinen en este Pliego.

Si en el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

ARTÍCULO 140.- Liquidación final

Terminadas las obras, se procederá a la liquidación fijada, que incluirá el importe de las unidades de obra realizadas y las que constituyen modificaciones del Proyecto, siempre y cuando hayan sido previamente aprobadas por la Dirección Técnica con sus precios. De ninguna manera tendrá derecho el Contratista a formular reclamaciones por aumentos de obra que no estuviesen autorizados por escrito a la Entidad propietaria con el visto bueno del Ingeniero Director.

ARTÍCULO 141.- Liquidación en caso de rescisión

En este caso, la liquidación se hará mediante un contrato liquidatorio, que se redactará de acuerdo por ambas partes. Incluirá el importe de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la rescisión.

EPIGRAFE IV.- FACULTADES DE LA DIRECCION DE OBRAS

ARTICULO 142.- Facultades de la dirección de obras.

Además de todas las facultades particulares, que corresponden al Ingeniero Director, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen bien por sí o por medio de sus representantes técnicos y ello con autoridad técnica legal, completa e indiscutible, sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de los embalses y obras anejas se lleven a cabo, pudiendo incluso, pero con causa justificada, recusar al Contratista, si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesaria para la debida marcha de la obra.

CAPITULO VII: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE ECONOMICA

EPIGRAFE I.- BASE FUNDAMENTAL

ARTÍCULO 143.- Base fundamental.

Como base fundamental de estas "Condiciones de Índole Económica", se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al Proyecto y Condiciones Generales y particulares que rijan la construcción de lo expuesto en el proyecto y obra aneja contratada.

EPIGRAFE II.- GARANTIAS DE CUMPLIMIENTO Y FIANZAS

ARTÍCULO 144.- Garantías.

El Ingeniero Director podrá exigir al contratista la presentación de referencias bancarias o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de si éste reúne las condiciones requeridas para el exacto cumplimiento del contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del contrato.

ARTÍCULO 145.- Fianzas.

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 15% del presupuesto de las obras adjudicadas.

ARTÍCULO 146.- Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que el importe de la fianza no baste para abonar los gastos efectuados en las unidades de obra que no fueran de recibo.

ARTÍCULO 147.- Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra, siempre que el contratista haya acreditado, por medio de certificado del Alcalde del Distrito Municipal en cuyo término se halla emplazada la obra contratada, que no existe reclamación alguna contra él por daños y perjuicios que sean de su cuenta o por deudas de los jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

EPIGRAFE III.- PRECIOS Y REVISIONES

ARTÍCULO 148.- Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso por virtud del cual fuese necesario fijar un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma:

El Adjudicatario formulará por escrito, bajo su firma, el precio que, a su juicio, debe aplicarse a la nueva unidad.

La Dirección Técnica estudiará el que, según su criterio, deba utilizarse.

Si ambos son coincidentes se formulará por la Dirección Técnica el Acta de Avenencia, igual que si cualquier pequeña diferencia o error fuesen salvados por simple exposición y convicción de una de las partes, quedando así formalizado el precio contradictorio.

Si no fuera posible conciliar por simple discusión los resultados, el Sr. Director propondrá a la propiedad que adopte la resolución que estime conveniente, que podrá ser aprobatoria del precio exigido por el Adjudicatario o, en otro caso, la segregación de la obra o instalación nueva, para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario distinto.

La fijación del precio contradictorio habrá de preceder necesariamente al comienzo de la nueva unidad, puesto que, si por cualquier motivo ya se hubiese comenzado, el Adjudicatario estará obligado a aceptar el que buenamente quiera fijarle el Sr. Director y a concluirla a satisfacción de éste.

ARTÍCULO 149.- Reclamaciones de aumento de precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error y omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirve de base para la ejecución de las obras.

Tampoco se le admitirá reclamación de ninguna especie fundada en indicaciones que, sobre las obras, se hagan en la Memoria, por no servir este documento de base a la contrata. Las equivocaciones materiales o errores aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observen, pero no se tendrán en cuenta a los efectos de rescisión del contrato, señalados en los documentos relativos a las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", sino en el caso de que el Ingeniero Director o el Contratista los hubieran hecho notar dentro del plazo de cuatro meses contados desde la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la baja proporcional hecha en la Contrata, respecto del importe del presupuesto que ha de servir de base a la misma, pues esta baja se fijará siempre por la relación entre las cifras de dicho presupuesto, antes de las correcciones y la cantidad ofrecida.

ARTÍCULO 150.- Revisión de precios

Contratándose las obras a riesgo y ventura, es natural por ello, que no se debe admitir la revisión de los precios contratados. No obstante y dada la variabilidad continua de los precios de los jornales y sus cargas sociales, así como la de los materiales y transportes, que es característica de determinadas épocas anormales, se admite, durante ellas, la revisión de los precios contratados, bien en alza o en baja y en anomalía con las oscilaciones de los precios en el mercado.

Por ello y en los casos de revisión en alza, el Contratista puede solicitarla del Propietario, en cuanto se produzca cualquier alteración de precio, que repercuta, aumentando los contratos.

Ambas partes convendrán el nuevo precio unitario antes de comenzar o de continuar la ejecución de la unidad de obra en que intervenga el elemento cuyo precio en el mercado, y por causa justificada, especificándose y acordándose, también, previamente, la fecha a partir de la cual se aplicará el precio revisado y elevado, para lo cual se tendrá en cuenta y cuando así proceda, el acopio de materiales de obra, en el caso de que estuviesen total o parcialmente abonados por el propietario.

Si el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme con los nuevos precios de los materiales, transporte, etc., que el Contratista desea percibir como normales en el mercado, aquel tiene la facultad de proponer al Contratista, y éste la obligación de aceptarlos, los materiales, transportes, etc., a precios inferiores a los pedidos por el contratista, en cuyo caso lógico y natural, se tendrán en cuenta para la revisión, los precios de los materiales, transporte, etc., adquiridos por el Contratista merced a la nueva información del propietario.

Cuando el propietario o el Ingeniero Director, en su representación, no estuviese conforme a los nuevos precios de los materiales, transporte, etc., concertará entre las dos partes la baja a realizar en los precios unitarios vigentes en la obra, en equidad por la experimentada por cualquiera de los elementos constitutivos de la unidad de obra y fecha en que empezarán a regir los precios revisados.

Cuando, entre los documentos aprobados por ambas partes, figurase el relativo a los precios unitarios contratados descompuestos, se seguirá un procedimiento similar al preceptuado en los casos de revisión por alza de precios.

ARTÍCULO 151.- Elementos comprendidos en el presupuesto.

Al fijar los precios de las diferentes unidades de obra en el presupuesto, se ha tenido en cuenta el importe de andamios, vallas, elevación y transporte de material, es decir, todos los correspondientes a medios auxiliares de la construcción, así como toda suerte de indemnizaciones, impuestos, multas o pagos que tengan que hacerse por cualquier concepto, con los que se hallen gravados o se graven los materiales o las obras por el Estado, Provincia o Municipio.

Por esta razón no se abonará al Contratista cantidad alguna por dichos conceptos.

En el precio de cada unidad también van comprendidos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra completamente y en disposición de recibirse.

EPIGRAFE IV.- VALORACION Y ABONO DE LOS TRABAJOS

ARTÍCULO 152.- Valoración de la obra.

La medición de la obra concluida se hará por el tipo de unidad fijada en el correspondiente presupuesto.

La valoración deberá obtenerse aplicando a las diversas unidades de obra, el precio que tuviese asignado en el Presupuesto, añadiendo a este importe el de los tantos por ciento que correspondan al beneficio industrial y descontando el tanto por ciento que corresponda a la baja en la subasta hecha por el contratista.

ARTÍCULO 153.- Mediciones parciales y finales.

Las mediciones parciales se verificarán en presencia del Contratista, de cuyo acto se levantará acta por duplicado, que será firmada por ambas partes. La medición final se hará después de terminadas las obras con precisa asistencia del Contratista.

En el acta que se extienda, de haberse verificado la medición en los documentos que le acompañan, deberá aparecer la conformidad del contratista o de su representación legal. En caso de no haber conformidad, lo expondrá sumariamente y a reserva de ampliar las razones que a ello obliga.

ARTÍCULO 154.- Equivocaciones en el presupuesto

Se supone que el Contratista ha hecho detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por tanto al no haber hecho ninguna observación sobre posibles errores o equivocaciones en el mismo, se entiende que no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios de tal suerte, que la obra ejecutada con arreglo al Proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna. Si por el contrario, el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

ARTÍCULO 155.- Valoración de las obras incompletas.

Cuando por consecuencia de la rescisión u otras causas fuera preciso valorar las obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto, sin que pueda pretenderse hacer la valoración de la unidad de obra fraccionándola en forma distinta a la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

ARTÍCULO 156.- Carácter provisional de las liquidaciones parciales

Las liquidaciones parciales tienen carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a certificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. La propiedad se reserva en todo momento y

especialmente al hacer efectivas las liquidaciones parciales, el derecho de comprobar que el Contratista ha cumplido los compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, a cuyo efecto deberá presentar el contratista los comprobantes que se exijan.

ARTÍCULO 157.- Pagos.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá precisamente, al de las Certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

ARTÍCULO 158.- Suspensión por retraso de pagos.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso en los pagos, suspender trabajos ni ejecutarlos a menor ritmo del que les corresponda, con arreglo al plazo en que deben terminarse.

ARTÍCULO 159.- Indemnización por retraso de los trabajos.

El importe de la indemnización que debe abonar el Contratista por causas de retraso no justificado, en el plazo de terminación de las obras contratadas, será el importe de la suma de perjuicios materiales causados.

ARTÍCULO 160.- Indemnización por daños de causa mayor al contratista.

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdidas, averías o perjuicio ocasionadas en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos únicamente los que siguen:

- 1.- Los incendios causados por electricidad atmosférica.
- 2.- Los daños producidos por terremotos y maremotos.
- 3.- Los producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las que sean de prever en el país, y siempre que exista constancia inequívoca de que el Contratista tomo las medidas posibles, dentro de sus medios, para evitar o atenuar los daños.

4.- Los que provengan de movimientos del terreno en que estén construidas las obras.

5.- Los destrozos ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización se referirá, exclusivamente, al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o materiales acopiados a pie de obra; en ningún caso comprenderá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones, etc., propiedad de la Contrata.

EPIGRAFE V.- VARIOS

ARTÍCULO 161.- Mejora de obras

No se admitirán mejora de obra, más en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

ARTÍCULO 162.- Seguro de los trabajos

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada, durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá, en todo momento, con el valor que tengan, por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará a cuenta, a nombre del propietario, para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecha en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres ajenos a los de la construcción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir la contrata, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y

una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación se fijará, previamente, la proporción de la obra que se debe asegurar y su cuantía, y si nada se previese, se entenderá que el seguro ha de comprender toda parte de embalse afectado por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuran en la póliza de seguros, los pondrá el contratista antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

CAPITULO VIII: PLIEGO DE CONDICIONES DE INDOLE LEGAL.

ARTÍCULO 163.- Jurisdicción

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de la Obra y, en último término, a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia del fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá la consideración de documento de Proyecto).

El contratista se obliga a lo establecido en la Ley de contratos de Trabajo y además a lo dispuesto por la de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

Serán de cargo y cuenta del Contratista el vallado, cuidando de la conservación de sus líneas de linde y vigilando que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director.

ARTÍCULO 164.- Accidentes de trabajo y daños a terceros.

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a estos respectos, en la legislación vigente, y siendo, en todo caso, único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar, en lo posible, accidentes a los trabajadores, en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes en la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la construcción donde se efectúen las obras como en las contiguas. Serán por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir, cuando ello fuera requerido, el justificante de tal cumplimiento.

ARTÍCULO 165.- Pagos de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras por concepto inherente a los propios trabajos que se realizan correrá a cargo de la Contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario. No obstante, el Contratista deberá ser reintegrado del importe de todos aquellos conceptos que el Ingeniero director considere justo hacerlo.

ARTÍCULO 166.- Causas de rescisión del contrato.

Se considerarán causas suficientes de rescisión las que a continuación se señalan:

- 1.- La muerte o incapacidad del Contratista.
- 2.- La quiebra del Contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos se ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquello derecho a indemnización alguna.

3.- Las alteraciones del Contrato por las causas siguientes:

a).- La modificación del Proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en o menos , del 40%, como mínimo, de algunas unidades del Proyecto modificadas.

b).- La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en más o en menos, del 40%, como mínimo de las unidades del Proyecto modificadas.

4.- La suspensión de la obra comenzada y, en todo caso, siempre que, causas ajenas a la Contrata, no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de quince días, a partir de la adjudicación , en este caso , la devolución de la fianza será automática.

5.- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido un año.

6.- El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

7.- El incumplimiento de las condiciones del Contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.

8.- La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a ésta.

9.- El abandono de la obra sin causa justificada.

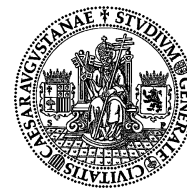
10.- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

En la ciudad de Huesca, a veintidós de noviembre de dos mil doce.

Fdo. Miguel Sanz Pérez
Ingeniero Técnico Agrícola
Especialidad Explotaciones
Agropecuarias



e s c u e l a
p o l i t é c n i c a
s u p e r i o r
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA

PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA

**Puesta en riego por cobertura total enterrada
y riego localizado de 94,22 ha en la
localidad de La Cartuja de Monegros
(Huesca)**

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

AUTOR:	Miguel Sanz Pérez
ENSEÑANZA:	Ingeniería Técnica Agrícola
DIRECTOR/ES:	Jesús Guillén Torres

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.01	M3 EXCAVACION ZANJA TERRE. FRANC						
	Excavación de zanjas para tuberías con retroexcavadora, en terreno franco medido sobre perfil.						
							7.525,00
01.02	M3 TAPA. ZANJ.PROCE.EXTEN.10m						
	Tapado de zanjas y extendido de tierras procedentes de las zanjas excavadas hasta una distancia media de 10 m.						
							7.525,00
01.03	M3 TRANSP.TIER. C.BASC. D<=3 Km						
	Transporte de tierras o de materiales pétreos en camión basculante, por carreteras o caminos en buenas condiciones a una distancia máxima de 3 km de recorrido de carga, incluido el retorno en vacío y los tiempos de carga y descarga, sin incluir el importe de la pala cargadora. Según cálculo en hoja aparte. En el caso de transportes por vías en difíciles condiciones, bien por su estado o por su pendiente superior al 8%, el precio se mayorará en un 15%. Para pendientes superiores al 20% o condiciones extremas de las vías, se estudiarán precios especiales superiores a los propuestos.						
							422,00
01.04	M3 EXCAVACION DE HOYOS						
	EXCAVACION DE HOYOS PARA ASPERSORES						
							1.917,00
01.05	M3 TAPADO DE HOYOS						
	TAPADO DE HOYOS						
							1.917,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 02 TUBERIAS							
02.01	ML T.PVC.D=50mm,6atm,JU.GOM.CO Tubería de PVC.rígida de 50mm.de diametro y 6 atm.de presión de servicio y unión por junta de goma,incluyendo materiales a pie de obra,montaje,colocación,pruebas y parte proporcional de piezas.No incluye excavación de la zanja ni extendido y relleno de la tierra procedente de la misma,ni la cama,ni el material seleccionado,ni su compactación y la mano de obra correspondiente.Todo ello se valorará aparte según necesidades del proyecto.						468,00
02.02	MI TUB.PVC 63mm 6atm. J.GOM.COL Tubería de P.V.C. rígida de 63 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.						540,00
02.03	MI TUB.PVC 75mm 6atm. J.GOM.COL Tubería de P.V.C. rígida de 75 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.						486,00
02.04	MI TUB.PVC 90mm 6atm. J.GOM.COL Tubería de P.V.C. rígida de 90 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.						1.008,00
02.05	MI TUB.PVC 110mm 6atm. J.GOM.CO Tubería de P.V.C. rígida de 110 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.						1.242,00
02.06	MI TUB.PVC 125mm 6atm. J.GOM.CO Tubería de P.V.C. rígida de 125 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.						1.010,00
02.07	ML TUBERIA PE. D=32mm PN 6 atm TUBERIA DE POLIETILENO 32 PN 6 ATM QUE INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA Y COLOCACION DE LA MISMA.						24.045,00
02.08	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=140mm. Tubería de P.V.C. rígida de 140 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						1.116,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
02.09	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=160mm. Tubería de P.V.C. rígida de 160 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						1.062,00
02.10	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=180mm. Tubería de P.V.C. rígida de 180 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						972,00
02.11	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=200mm. Tubería de P.V.C. rígida de 200 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						738,00
02.12	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=250mm. Tubería de P.V.C. rígida de 250 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						1.150,00
02.13	MI TUBERIA PE. D=315 mm PN 6 atm Tubería de Polietileno de 315 mm. de diámetro y 6 atm de presión nominal, incluyendo materiales a pie de obra y grúa para la colocación de esta en el posicionador. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.						1.178,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 03 ASPERSORES Y ACCESORIOS							
03.01	UD ASPERSOR SECTORIAL						
	Aspersor sectorial rosca macho 3/4" colocado y probado.						136,00
03.02	UD CAÑA 3/4						
	CAÑA DE 3 METROS DE DIAMETRO 3/4 COLOCADA						1.917,00
03.03	UD CASQUILLO DE UNION 3/4"						
	Casquillo de unión rosca hembra 3/4",para cañas porta-aspersores.						3.854,00
03.04	UD DADO PROTECCION UNI CAÑA 3/4"						
	Dado de hormigón para protección de la parte inferior de unión caña con PE puesto en obra y colocado.						1.917,00
03.05	UD CHAP ASPER SECTORIAL						
	CHAPA ASPERSOR CIRCULAR						136,00
03.06	UD TE FUNDICION ROSCA H 3/4" PE						
	Te de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor y unión 32mm para polietileno inyectado de 32mm. colocado y probado.						957,00
03.07	UD TE FUNDICION ROSCA M 1" PE						
	Te de fundición rosca macho 1" para unión con casquillo en tubería de PVC, para unión de PE inyectado, salida 32mm. colocado y probado.						957,00
03.08	UD CODO DE FUNDICION ROSCA H 3/4						
	Codo de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor, unio 32mm para PE inyectado, colocado y probado.						957,00
03.09	UD ASPERSOR CIRCULAR						
	Aspersor circular rosca macho 3/4" colocado y probado.						1.781,00
03.10	m. RAMAL RIEGO LOCALIZADO PE-20mm						
	TUBERIA DE POLIETILENO CON GOTEROS AUTOCOMPENSANTES INCORPORADOS DENTRO DE LA MISMA PARA RAMAL DE RIEGO LOCALIZADO, SEPARADOS ENTRE SI 40 CENTIMETROS. EL CAUDAL DE CADA EMISOR ES DE 1.2 L/HORA. EL DIAMETRO EXTERIOR ES DE 20 mm Y EL INTERIOR DE 17,5 mm.						
	GOTEO 1	22350				22.350,00	
	GOTEO 2	23541				23.541,00	
	GOTEO 3	14236				14.236,00	
							147.250,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 04 ACCESORIOS PVC							
04.01	UD CONO REDUCCION 63-50mm Cono de reducción de diametro 63-50mm para la conexión de tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N,soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.						9,00
04.02	UD CONO REDUCCION 125-110mm Cono de reduccion de diametro 125-110mm.para la conexión de tuberías de polietileno incluyendo las bridas normalizadas D:I:N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.						4,00
04.03	UD CONO REDUCCION 110-90mm Cono de reduccion de diametro 110-90mm para la conexión de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.						8,00
04.04	UD CONO REDUCCION 90-75mm Cono de reducción de diametro 90-75mm.para la conexión de las tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.						12,00
04.05	UD CONO REDUCCION 75-63mm Cono de reducción de diametro 75-63mm para la conexión de tuberías de PVC						33,00
04.06	UD DRENAJE FIN LINEA Drenaje fin de línea encolado y colocado.						76,00
04.07	UD TE IGUAL PVC 50mm PN 6 ATM TE DE PVC DE DIAMETRO 50 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS						7,00
04.08	UD TE IGUAL PVC 75mm PN 6 ATM TE DE PVC DE DIAMETRO 75 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS						12,00
04.09	UD CODO 45° PVC 110mm Codo de 45° diametro 110mm.						9,00
04.10	UD CODO 45° PVC 90mm Codo de 45° diametro 90mm.						14,00
04.11	UD CODO 45° PVC 75mm Codo 45° diametro 75mm.						6,00
04.12	UD CODO 90° 63 CODO DE 90° DIAMETRO 63 COLOCADO						

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
04.13	UD CODO 90° 50 CODO DE 90° DE DIAMETRO 50 COLOCADO.						9,00
04.14	Ud CODO 90° DIAMETRO 125 mm Codo de 90° de fundición galvanizada de diámetro 125 mm., con todos sus accesorios de montaje, colocado y probado.						14,00
04.15	UD CODO 90° 75 CODO DE 90° DE DIAMETRO 75 COLOCADO						21,00
04.16	UD TE REDUCCION 110-75mm te de reducción de junta elastica de PVC de diametro 110-75mm,colocada.						32,00
04.17	UD TE REDUCCION 90-75mm Te de reducción de junta elastica para PVC de diametros 90-75mm.						34,00
04.18	UD TE REDUCCION 75-63mm Te de reducción de junta elastica de diametro 75-63mm,colocada.						26,00
04.19	UD TE REDUCCION 75-50mm Te de reducción de PVC de diametros 75-50mm,colocada.						12,00
04.20	Ud SOLDADURA TUB. P.E. D=315 mm Unión soldada en tubería de polietileno de 315 mm. de diámetro, incluyendo máquina de soldar, medios auxiliares necesarios, grúa para el movimiento de la tubería y la instalación en el asiento de la máquina de soldar, un especialista en soldadura y dos peones; acabada, instalada y probada.						31,00
							90,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 05 COLLARINES							
05.01	UD COLLARIN D 180 mm PARA PVC						8,00
05.02	UD COLLARIN D 160 mm PARA PVC Collarin diametro 160mm, colocado						15,00
05.03	UD COLLARIN D 140 mm PARA PVC Collarin diametro 140mm, colocado.						26,00
05.04	UD COLLARIN D 125 mm PARA PVC Collarin diametro 125mm, colocado.						53,00
05.05	UD COLLARIN D 110 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 110 COLOCADO						48,00
05.06	UD COLLARIN D 90 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 90 COLOCADO.						56,00
05.07	UD COLLARIN D 75 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 75 COLOCADO.						62,00
05.08	UD COLLARIN D 63 mm PARA PVC COLLARIN DE DIAMETRO 63 YA COLOCADO						74,00
05.09	ud COLLARIN D 50 mm PARA PVC COLLARIN DE DIAMETRO 50 COLOCADO Y MEDIOS AUXILIARES YA INCLUIDOS						68,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 06 VALVULAS Y ACCESORIOS							
06.01	UD DERIVACION SIMPLE PARA MOD. Derivación simple de acero A-42-b para módulos de riego, incluye perforación roscada para válvula de ventosa y tomillería para válvula hidráulica, puesta en obra colocada y probada.						42,00
06.02	Ud ARQUETA VALV. MARIPOSA RAMAL Arqueta para válvula de mariposa montada en tubería de conducción, consistente en tubo de hormigón vibrado de 1200 mm. de diámetro con un tubo troncocónico acabado en diámetro 400 mm, esta arqueta poseerá los orificios correspondientes para el paso de la tubería, tal y como se representa en los planos y una tapa de fundición galvanizada de diámetro 400mm, colocada y acabada.						73,00
06.03	Ud VALV. TRES VIAS Válvula de tres vías para la manipulación automática por ordenador de las válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.						176,00
06.04	Ud VAL.MARIPOSA 10 atm. D=90 mm Válvula de mariposa, presión nominal 10 atm., de 90 mm. de diámetro, con cuerpo de hierro fundido, recubrimiento de rilsan, eje de acero inoxidable y asiento E.P.D.M., accionada de forma manual por reductor, colocada y probada.						12,00
06.05	UD VAL.ESFERA.3" Válvula de esfera de 3" y presión nominal de 10atm. en cuerpo de PVC.						8,00
06.06	Ud VALVULA DE VENTOSA D=2" Válvula de ventosa de 2" de diámetro, de doble efecto, cuerpo de hierro fundido. Colocada y probada.						12,00
06.07	Ud VAL. HIDRAULICA D=4" CON CONT Válvula hidráulica de 4" de diámetro, limitadoras de caudal y reguladoras de presión, cuerpo de hierro fundido recubierto de poliéster, muelle de acero inoxidable y diafragma de caucho natural, tubos de mando de P.E.; colocada, tarada y probada.						48,00
06.08	Ud FILTRO 4" CARTUCHO EXTRAIBLE Filtro de 4" de cartucho extraíble, para colocación en cada toma de riego según se indica en los planos, colocado y probado.						5,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 07 AUTOMATIZACION DEL RIEGO							
07.01	ML MICROTUBO COMANDO DE PE 8 mm. Microtubo de comando para autotantismos de la red de riego, fabricado en PE con D= 8mm. puesto en obra colocado y probado.		66.242,00				
							28.652,00
07.02	Ud VALV. TRES VIAS Válvula de tres vias para la manipulación automática por ordenador de la válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.						
							20,00
07.03	Ud SOLENOIDE Multisolenoides de operación secuencial para comando eléctrico de válvulas hidráulicas.						
							20,00
07.04	UD ORDENADOR HASTA 99 PROGRAMAS Ordenador de 99 programas para control automático de las válvulas de limpieza automática de la estación de filtrado.						
							1,00
07.05	Ud PLACA SOLAR 60x25 cm. Placa solar de 60x25 cm. de superficie.						
							1,00
07.06	Ud BATERIA 12 V. CORRIE. CONT. Bateria de 12 voltios de corriente continua.						
							1,00
07.07	Ud REGULADOR DE CARGA Regulador de carga.						
							1,00
07.08	Ud CONTADOR PROPORCIONAL 4" Ud de contador de agua proporcional de 4".						
							1,00
07.09	ud caseta prefabricada hormigón 6x2						
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 08 FERTIRRIGACION							
08.01	UD DEPOSITO POLIETILENO 10000L						
	Depósito de polietileno, con tratamiento para radiación ultravioleta incluye tape y grifería de esfera de salida. colocado y probado.						
							2,00
08.02	UD BOMBA INYECTORA FER.						
	Bomba inyectora hidráulica para fertirrigación de caudal máximo de 400 l/h. incluye valvulas de esfera de control de caudal, y toma para latubería de riego, soportes para su devida instalación y sujeción. montada y probada.						
							3,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 09 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD							

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C1 MOVIMIENTO DE TIERRAS						
E2602		M3	EXCAVACION ZANJA TERRE. FRANC			
			Excavación de zanjas para tuberías con retroexcavadora, en terreno franco medido sobre perfil.			
P1322	0,020	H	EXC.ORUG.HIDR.90-100 CV,1 m3	56,19	1,12	
TOTAL PARTIDA.....						1,12
E2609		M3	TAPA. ZANJ.PROCE.EXTEN.10m			
			Tapado de zanjas y extendido de tierras procedentes de las zanjas excavadas hasta una distancia media de 10 m.			
P1309	0,008	H	TRACTOR ORUGAS 126 A 145 CV	22,81	0,18	
TOTAL PARTIDA.....						0,18
E2619		M3	EXCAVACION DE HOYOS			
			EXCAVACION DE HOYOS PARA ASPERSORES			
P1339	0,040	H	RETROCAR.70-80CV,O.9-0.18 m3	23,24	0,93	
TOTAL PARTIDA.....						0,93
E2620		M3	TAPADO DE HOYOS			
P1339	0,020	H	RETROCAR.70-80CV,O.9-0.18 m3	23,24	0,46	
TOTAL PARTIDA.....						0,46

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C2 TUBERIAS						
E3265	ML		T.PVC.D=50mm,6atm,JU.GOM.CO			
			Tubería de PVC.rígida de 50mm.de diámetro y 6 atm.de presión de servicio y unión por junta de goma,incluyendo materiales a pie de obra,montaje,colocación,pruebas y parte proporcional de piezas.No incluye excavación de la zanja ni extendido y relleno de la tierra procedente de la misma,ni la cama,ni el material seleccionado,ni su compactación y la mano de obra correspondiente.Todo ello se valorará aparte según necesidades del proyecto.			
P0727	1,000	ML	T.PVC.D=50mm,6atm,JU.GOM.CO	0,61	0,61	
P%1022	12,000	%	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	0,60	0,07	
O0111	0,015	H	CUADRILLA A	33,53	0,50	
O%1012	2,000	%	MEDIOS AUXILIARES	0,50	0,01	
TOTAL PARTIDA.....						1,19
E2914	MI		TUB.PVC 63mm 6atm. J.GOM.COL			
			Tubería de P.V.C. rígida de 63 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0657	1,000	MI	T.PVC D=63mm, 6Atm,JU.GOMA PO	0,75	0,75	
P%1022	12,000	%	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	0,80	0,10	
O0111	0,015	H	CUADRILLA A	33,53	0,50	
O%1012	2,000	%	MEDIOS AUXILIARES	0,50	0,01	
TOTAL PARTIDA.....						1,36
E2921	MI		TUB.PVC 75mm 6atm. J.GOM.COL			
			Tubería de P.V.C. rígida de 75 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0660	1,000	MI	T.PVC D=75mm, 6Atm,JU.GOMA PO	1,10	1,10	
P%1022	12,000	%	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	1,10	0,13	
O0111	0,016	H	CUADRILLA A	33,53	0,54	
O%1012	2,000	%	MEDIOS AUXILIARES	0,50	0,01	
TOTAL PARTIDA.....						1,78
E2928	MI		TUB.PVC 90mm 6atm. J.GOM.COL			
			Tubería de P.V.C. rígida de 90 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0663	1,000	MI	T.PVC D=90mm, 6Atm,JU.GOMA PO	1,71	1,71	
P%1022	12,000	%	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	1,70	0,20	
O0111	0,017	H	CUADRILLA A	33,53	0,57	
O%1012	2,000	%	MEDIOS AUXILIARES	0,60	0,01	
TOTAL PARTIDA.....						2,49
E2935	MI		TUB.PVC 110mm 6atm. J.GOM.CO			
			Tubería de P.V.C. rígida de 110 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0703	1,000	MI	T.PVC D=110mm, 6At,JU.GOM.PO	2,10	2,10	
P%1022	12,000	%	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	2,10	0,25	
O0111	0,019	H	CUADRILLA A	33,53	0,64	
O%1012	2,000	%	MEDIOS AUXILIARES	0,60	0,01	
TOTAL PARTIDA.....						3,00

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E2942	MI		TUB.PVC 125mm 6atm. J.GOM.CO Tubería de P.V.C. rígida de 125 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.			
P0706	1,000	MI	T.PVC D=125mm, 6At,JU.GOM.PO	2,59	2,59	
P%1022	12,000	%	P/P.PIEZAS(CONO,REDUCC,CURV..	2,60	0,31	
O0111	0,021	H	CUADRILLA A	33,53	0,70	
O%1012	2,000	%	MEDIOS AUXILIARES	0,70	0,01	
TOTAL PARTIDA.....						3,61
E3261	ML		TUBERIA PE. D=32mm PN 6 atm TUBERIA DE POLIETILENO 32 PN 6 ATM QUE INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA Y COLOCACION DE LA MISMA.			
P1861	1,000	MI	TUBERIA PE. D=32mm PN 6atm	0,75	0,75	
O0111	0,020	H	CUADRILLA A	33,53	0,67	
P1322	0,010	H	EXC.ORUG.HIDR.90-100 CV,1 m3	56,19	0,56	
TOTAL PARTIDA.....						1,98
D51AAB006	m.		Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=140mm. Tubería de P.V.C. rígida de 140 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
U43AAB006	1,000	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=140mm.	6,92	6,92	
U01AAB001	0,024	Hr	Cuadrilla A	38,93	0,93	
%MAP	1,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	7,90	0,08	
TOTAL PARTIDA.....						7,93
D51AAB007	m.		Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=160mm. Tubería de P.V.C. rígida de 160 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
U43AAB007	1,000	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=160mm.	8,94	8,94	
U01AAB001	0,027	Hr	Cuadrilla A	38,93	1,05	
%MAP	1,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	10,00	0,10	
TOTAL PARTIDA.....						10,09
D51AAB008	m.		Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=180mm. Tubería de P.V.C. rígida de 180 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
U43AAB008	1,000	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=180mm.	11,12	11,12	
U01AAB001	0,029	Hr	Cuadrilla A	38,93	1,13	
%MAP	1,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	12,30	0,12	
TOTAL PARTIDA.....						12,37
D51AAB009	m.		Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=200mm. Tubería de P.V.C. rígida de 200 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
U43AAB009	1,000	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=200mm.	13,65	13,65	
U01AAB001	0,033	Hr	Cuadrilla A	38,93	1,28	
%MAP	1,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	14,90	0,15	
TOTAL PARTIDA.....						15,08

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D51AAB010	m.		Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=250mm. Tubería de P.V.C. rígida de 250 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
U43AAB010	1,000	m.	Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=250mm.	21,62	21,62	
U01AAB001	0,050	Hr	Cuadrilla A	38,93	1,95	
%MAP	1,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	23,60	0,24	
TOTAL PARTIDA.....						23,81
E3226	MI		TUBERIA PE. D=315 mm PN 6 atm Tubería de Polietileno de 315 mm. de diámetro y 6 atm de presión nominal, incluyendo materiales a pie de obra y grúa para la colocación de esta en el posicionador. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.			
P1826	1,000	MI	TUBERIA PE. D=315 mm PN 6 atm	53,76	53,76	
O0111	0,070	H	CUADRILLA A	33,53	2,35	
P1356	0,070	H	CAMION DE 10.6 A 14.5 Tm	29,99	2,10	
P1351	0,070	H	GRUA LENTA DE 6-12 Tm	54,64	3,82	
TOTAL PARTIDA.....						62,03

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C3 ASPERSORES Y ACCESORIOS						
E2523		UD	ASPERSOR SECTORIAL			
			Aspersor sectorial rosca macho 3/4" colocado y probado.			
P3101	1,000	UD	ASPERSOR SECTORIAL	5,88	5,88	
O0110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
TOTAL PARTIDA.....						6,74
E2521		UD	CAÑA 3/4			
			CAÑA DE 3 METROS DE DIAMETRO 3/4 COLOCADA			
P3103	1,000	UD	LANZA 3 M. 3/4	3,30	3,30	
O0110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
TOTAL PARTIDA.....						4,16
E3628		UD	CASQUILLO DE UNION 3/4"			
			Casquillo de unión rosca hembra 3/4",para cañas porta-aspersores.			
P3119	1,000	UD	CASQUILLO DE UNION 3/4	1,00	1,00	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	1,00	0,10	
TOTAL PARTIDA.....						1,10
E3344		UD	DADO PROTECCION UNI CAÑA 3/4"			
			Dado de hormigón para protección de la parte inferior de unión caña con PE puesto en obra y colocado.			
P3136	1,000	UD	DADO PROTECCION UNI CAÑA 3/4"	0,78	0,78	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	0,80	0,08	
TOTAL PARTIDA.....						0,86
E2525		UD	CHAP ASPER SECTORIAL			
			CHAPA ASPERSOR CIRCULAR			
P3118	1,000	UD	CHAPA ASP. SECTORIAL	3,14	3,14	
O0110	0,030	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,52	
P%1011 4	60,000	%	MEDIOS AUXILIARES	3,10	1,86	
TOTAL PARTIDA.....						5,52
E3346		UD	TE FUNDICION ROSCA H 3/4" PE			
			Te de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor y unión 32mm para polietileno inyectado de 32mm. colocado y probado.			
P3138	1,000	UD	TE FUNDICION ROSCA H 3/4" PE	2,10	2,10	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	2,10	0,21	
TOTAL PARTIDA.....						2,31
E3347		UD	TE FUNDICION ROSCA M 1" PE			
			Te de fundición rosca macho 1" para unión con casquillo en tubería de PVC, para unión de PE inyectado, salida 32mm. colocado y probado.			
P3141	1,000	UD	CRUZE DE FUND. R.M 1" R.H 3/4	3,01	3,01	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	3,00	0,30	
TOTAL PARTIDA.....						3,31
E3348		UD	CODO DE FUNDICION ROSCA H 3/4			
			Codo de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor, unio 32mm para PE inyectado, colocado y probado.			
P3140	1,000	UD	CODO DE FUND. ROSCA H 3/4" PE	2,28	2,28	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	2,30	0,23	
TOTAL PARTIDA.....						2,51
E2522		UD	ASPERSOR CIRCULAR			
			Aspersor circular rosca macho 3/4" colocado y probado.			
P3102	1,000	UD	ASPERSOR CIRCULAR	4,31	4,31	
O0110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
TOTAL PARTIDA.....						5,17

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
GOTEO	m.		RAMAL RIEGO LOCALIZADO PE-20mm			
			TUBERIA DE POLIETILENO CON GOTEROS AUTOCOMPENSANTES INCORPORADOS DENTRO DE LA MIS- MA PARA RAMAL DE RIEGO LOCALIZADO, SEPARADOS ENTRE SI 40 CENTIMETROS. EL CAUDAL DE CADA EMISOR ES DE 1.2 L/HORA. EL DIAMETRO EXTERIOR ES DE 20 mm Y EL INTERIOR DE 17,5 mm.			
MTGOTPE20	1,000	m	TUBERIA CON GOTEROS AUTOCOMPENSANTES PE 20mm	0,27	0,27	
%8	6,000	%	PARTE PROPORCIONAL DE PIEZAS	0,30	0,02	
MO010	0,050	H	AYUDANTE MONTADOR	11,00	0,55	
MO006	0,050	H	OFICIAL 1A MONTADOR	12,00	0,60	
%MA 2%	2,000	%	MEDIOS AUXILIARES	1,40	0,03	
TOTAL PARTIDA						1,47

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C4 ACCESORIOS PVC						
E4093		UD	CONO REDUCCION 63-50mm Cono de reducción de diametro 63-50mm para la conexión de tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.			
P2733	1,000	UD	CONO REDUCCION 63-50	73,44	73,44	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	73,40	7,34	
TOTAL PARTIDA.....						80,78
E4098		UD	CONO REDUCCION 125-110mm Cono de reduccion de diametro 125-110mm.para la conexión de tuberías de polietileno incluyendo las bridas normalizadas D:I:N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.			
P2797	1,000	UD	CONO REDUCCION 125-110mm	114,19	114,19	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	114,20	11,42	
TOTAL PARTIDA.....						125,61
E4097		UD	CONO REDUCCION 110-90mm Cono de reduccion de diametro 110-90mm para la conexión de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.			
P2798	1,000	UD	CONO REDUCCION 110-90mm	102,29	102,29	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	102,30	10,23	
TOTAL PARTIDA.....						112,52
E4094		UD	CONO REDUCCION 90-75mm Cono de reducción de diametro 90-75mm.para la conexión de las tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.			
P2721	1,000	UD	CONO REDUCCION 90-75	77,47	77,47	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	77,50	7,75	
TOTAL PARTIDA.....						85,22
E4092		UD	CONO REDUCCION 75-63mm Cono de reducción de diametro 75-63mm para la conexión de tuberías de PVC			
P2795	1,000	UD	CONO REDUCCION 75-63mm	61,31	61,31	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	61,30	6,13	
TOTAL PARTIDA.....						67,44
E2537		UD	DRENAJE FIN LINEA Drenaje fin de línea encolado y colocado.			
P3116	2,000	UD	CODO 90° 50mm	1,79	3,58	
P0643	1,000	MI	T.PVC D=50mm, 6Atm,ENCOLAR PO	1,71	1,71	
O0110	0,060	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
P0725	1,000	UD	TAPON FIN LINEA	1,19	1,19	
TOTAL PARTIDA.....						7,51
E2530		UD	TE IGUAL PVC 50mm PN 6 ATM TE DE PVC DE DIAMETRO 50 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS			
P3128	1,000	UD	TE DE PVC 50mm	15,98	15,98	
O0110	0,250	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	4,29	
P%1011	30,000	%	MEDIOS AUXILIARES	16,00	4,80	
TOTAL PARTIDA.....						25,07
E2528		UD	TE IGUAL PVC 75mm PN 6 ATM TE DE PVC DE DIAMETRO 75 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS			
P3126	1,000	UD	TE DE PVC 75mm	18,05	18,05	
O0110	0,250	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	4,29	
P%1011	30,000	%	MEDIOS AUXILIARES	18,10	5,43	
TOTAL PARTIDA.....						27,77

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E2538		UD	CODO 45° PVC 110mm Codo de 45° diametro 110mm.			
P3133	1,000	UD	CODO 45° 110	4,21	4,21	
O0110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
P%1011	30,000	%	MEDIOS AUXILIARES	4,20	1,26	
TOTAL PARTIDA.....						6,33
E2539		UD	CODO 45° PVC 90mm Codo de 45° diametro 90mm.			
P3134	1,000	UD	CODO 45° 90	3,73	3,73	
O0110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
P%1011	30,000	%	MEDIOS AUXILIARES	3,70	1,11	
TOTAL PARTIDA.....						5,70
E2540		UD	CODO 45° PVC 75mm Codo 45° diametro 75mm.			
P3135	1,000	UD	CODO 75°	3,25	3,25	
O0110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
P%1011	30,000	%	MEDIOS AUXILIARES	3,30	0,99	
TOTAL PARTIDA.....						5,10
E2516		UD	CODO 90° 63 CODO DE 90° DIAMETRO 63 COLOCADO			
P3115	1,000	UD	CODO 90° 63mm	2,27	2,27	
O0110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
P%1011	30,000	%	MEDIOS AUXILIARES	2,30	0,69	
TOTAL PARTIDA.....						3,82
E2520		UD	CODO 90° 50 CODO DE 90° DE DIAMETRO 50 COLOCADO.			
P3116	1,000	UD	CODO 90° 50mm	1,79	1,79	
O0110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
P%1011	30,000	%	MEDIOS AUXILIARES	1,80	0,54	
TOTAL PARTIDA.....						3,19
E1560		Ud	CODO 90° DIAMETRO 125 mm Codo de 90° de fundición galvanizada de diámetro 125 mm., con todos sus accesorios de montaje, colocado y probado.			
P3022	1,000	Ud	CODO 90° DIAMETRO 125 mm	106,79	106,79	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	106,80	10,68	
TOTAL PARTIDA.....						117,47
E2519		UD	CODO 90° 75 CODO DE 90° DE DIAMETRO 75 COLOCADO			
P3114	1,000	UD	CODO 90° 75mm	3,57	3,57	
O0110	0,058	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,00	
P%1011	30,000	%	MEDIOS AUXILIARES	3,60	1,08	
TOTAL PARTIDA.....						5,65
E4087		UD	TE REDUCCION 110-75mm te de reducción de junta elastica de PVC de diametro 110-75mm,colocada.			
P0739	1,000	UD	TE REDUCCION 110-75 mm PVC	15,03	15,03	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	15,00	1,50	
TOTAL PARTIDA.....						16,53
E4086		UD	TE REDUCCION 90-75mm Te de reducción de junta elastica para PVC de diámetros 90-75mm.			
P0740	1,000	UD	TE REDUCCION 90-75 mm PVC	6,01	6,01	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	6,00	0,60	
TOTAL PARTIDA.....						6,61

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E4085		UD	TE REDUCCION 75-63mm			
			Te de reducción de junta elastica de diametro 75-63mm,colocada.			
P0741	1,000	UD	TE REDUCCION 75-63 mm PVC	3,61	3,61	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	3,60	0,36	
TOTAL PARTIDA.....						3,97
E4084		UD	TE REDUCCION 75-50mm			
			Te de reducción de PVC de diámetros 75-50mm,colocada.			
P0742	1,000	UD	TE REDUCCION 75-50 mm PVC	3,01	3,01	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	3,00	0,30	
TOTAL PARTIDA.....						3,31
E3325		Ud	SOLDADURA TUB. P.E. D=315 mm			
			Unión soldada en tubería de polietileno de 315 mm. de diámetro, incluyendo máquina de soldar, medios auxiliares necesarios, grúa para el movimiento de la tubería y la instalación en el asiento de la máquina de soldar, un especialista en soldadura y dos peones; acabada, instalada y probada.			
O0103	0,460	H	OFICIAL 1 ó MAQUINISTA 1	11,16	5,13	
O0108	0,920	H	PEON ESPECIALIZADO	8,08	7,43	
P1351	0,460	H	GRUA LENTA DE 6-12 Tm	54,64	25,13	
P1512	0,460	H	MAQUINA SOLDAR P.E. MEDI DIAM	11,33	5,21	
%1015	9	1,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	42,90	0,43	
TOTAL PARTIDA.....						43,33

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C5 COLLARINES						
CC6		UD	COLLARIN D 180 mm PARA PVC			
						TOTAL PARTIDA..... 85,00
C3.18		UD	COLLARIN D 160 mm PARA PVC			
			Collarin diametro 160mm, colocado			
C3.18.11	1,000	UD	COLLARIN 160mm	21,78	21,78	
C3.18.22	0,100	%	MEDIOS AUXILIARES	15,00	1,50	
C3.18.33	0,060	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL	2,15	0,13	
						TOTAL PARTIDA..... 23,41
P200		UD	COLLARIN D 140 mm PARA PVC			
			Collarin diametro 140mm, colocado.			
PP2000	1,000	UD	COLLARIN 140 MM	19,70	19,70	
P%1011	0	30,000	% MEDIOS AUXILIARES	19,70	5,91	
OO110	0,060	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
						TOTAL PARTIDA..... 26,64
P100		UD	COLLARIN D 125 mm PARA PVC			
			Collarin diametro 125mm, colocado.			
P1001	1,000	UD	COLLARIN 125 mm	15,60	15,60	
P%1011	0	30,000	% MEDIOS AUXILIARES	15,60	4,68	
OO110	0,060	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
						TOTAL PARTIDA..... 21,31
E2993		UD	COLLARIN D 110 mm PARA PVC			
			COLLARIN DIAMETRO 110 COLOCADO			
P3121	1,000	UD	COLLARIN D 110	3,25	3,25	
P%1011	0	30,000	% MEDIOS AUXILIARES	3,30	0,99	
OO110	0,060	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
						TOTAL PARTIDA..... 5,27
E2992		UD	COLLARIN D 90 mm PARA PVC			
			COLLARIN DIAMETRO 90 COLOCADO.			
P3107	1,000	UD	COLLAR DM=90	2,64	2,64	
P%1011	1	30,000	% MEDIOS AUXILIARES	2,60	0,78	
OO110	0,060	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
						TOTAL PARTIDA..... 4,45
E2991		UD	COLLARIN D 75 mm PARA PVC			
			COLLARIN DIAMETRO 75 COLOCADO.			
P3106	1,000	UD	COLLAR DM=75	2,31	2,31	
P%1011	2	30,000	% MEDIOS AUXILIARES	2,30	0,69	
OO110	0,060	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	1,03	
						TOTAL PARTIDA..... 4,03
E2990		UD	COLLARIN D 63 mm PARA PVC			
			COLLARIN DE DIAMETRO 63 YA COLOCADO			
P3105	1,000	UD	COLLAR DM=63	2,19	2,19	
P%1011		30,000	% MEDIOS AUXILIARES	2,20	0,66	
OO110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
						TOTAL PARTIDA..... 3,71
E2989		ud	COLLARIN D 50 mm PARA PVC			
			COLLARIN DE DIAMETRO 50 COLOCADO Y MEDIOS AUXILIARES YA INCLUIDOS			
P3104	1,000	UD	COLLAR DM=50	2,07	2,07	
OO110	0,050	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	0,86	
P%1011		30,000	% MEDIOS AUXILIARES	2,10	0,63	
						TOTAL PARTIDA..... 3,56

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C6 VALVULAS Y ACCESORIOS						
E3673		Ud	ARQUETA VALV. MARIPOSA RAMAL			
			Arqueta para válvula de mariposa montada en tubería de conducción, consistente en tubo de hormigón vibrado de 1200 mm. de diámetro con un tubo troncocónico acabado en diámetro 400 mm, esta arqueta poseerá los orificios correspondientes para el paso de la tubería, tal y como se representa en los planos y una tapa de fundición galvanizada de diámetro 400mm, colocada y acabada.			
P1978	2,000	MI	TUB.HORMIGON VIBRADO D=1200mm	51,25	102,50	
%1015	0	10,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	102,50	10,25	
TOTAL PARTIDA.....						112,75
E3670		Ud	VALV. TRES VIAS			
			Válvula de tres vias para la manipulación automática por ordenador de la válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.			
P1970	1,000	Ud	VALV. TRES VIAS	15,26	15,26	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	15,30	1,53	
TOTAL PARTIDA.....						16,79
E3602		Ud	VAL.MARIPOSA 10 atm. D=90 mm			
			Válvula de mariposa, presión nominal 10 atm., de 90 mm. de diámetro, con cuerpo de hierro fundido, recubrimiento de rilsan, eje de acero inoxidable y asiento E.P.D.M., accionada de forma manual por reductor, colocada y probada.			
P1902	1,000	Ud	VAL.MARIPOSA.10 atm. D=90 mm	101,24	101,24	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	101,20	10,12	
O0110	2,000	H	OFICIAL DE 1 + PEON ESPECIAL.	17,17	34,34	
TOTAL PARTIDA.....						145,70
E3620		UD	VAL.ESFERA.3"			
			Válvula de esfera de 3" y presión nominal de 10atm. en cuerpo de PVC.			
P1919	1,000	UD	VAL.ESFERA.3"	6,01	6,01	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	6,00	0,60	
TOTAL PARTIDA.....						6,61
E3649		Ud	VALVULA DE VENTOSA D=2"			
			Válvula de ventosa de 2" de diámetro, de doble efecto, cuerpo de hierro fundido. Colocada y probada.			
P1949	1,000	Ud	VALVULA DE VENTOSA D=2"	171,81	171,81	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	171,80	17,18	
TOTAL PARTIDA.....						188,99
E3644		Ud	VAL. HIDRAULICA D=4" CON CONT			
			Válvula hidráulica de 4" de diámetro, limitadoras de caudal y reguladoras de presión, cuerpo de hierro fundido recubierto de poliéster, muelle de acero inoxidable y diafragma de caucho natural, tubos de mando de P.E.; colocada, tarada y probada.			
P1944	1,000	Ud	VAL. HIDRAULICA D=4" CON CONT	392,73	392,73	
%1015	085	1,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	392,70	3,93	
TOTAL PARTIDA.....						396,66
E3687		Ud	FILTRO 4" CARTUCHO EXTRAIBLE			
			Filtro de 4" de cartucho extraible, para colocación en cada toma de riego según se indica en los planos, colocado y probado.			
P1981	1,000	Ud	FILTRO 4" CARTUCHO EXTRAIBLE	279,26	279,26	
%1015	108	1,000	% MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	279,30	2,79	
TOTAL PARTIDA.....						282,05

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C7 AUTOMATIZACION DEL RIEGO						
E3670		Ud	VALV. TRES VIAS			
			Válvula de tres vias para la manipulación automática por ordenador de la válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.			
P1970	1,000	Ud	VALV. TRES VIAS	15,26	15,26	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	15,30	1,53	
TOTAL PARTIDA.....						16,79
E3665		Ud	SOLENOIDE			
			Multisolenoides de operación secuencial para comando eléctrico de válvulas hidráulicas.			
P1972	1,000	Ud	MULTISELENOIDE	74,27	74,27	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	74,30	7,43	
TOTAL PARTIDA.....						81,70
E3680		UD	ORDENADOR HASTA 99 PROGRAMAS			
			Ordenador de 99 programas para control automático de las válvulas de limpieza automática de la estación de filtrado.			
P1971	1,000	Ud	ORDENADOR DE 16 ESTACIONES	571,05	571,05	
%1015	10,000	%	MEDIOS AUXILIARES Y PRUEBAS	571,10	57,11	
TOTAL PARTIDA.....						628,16

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C8 FERTIRRIGACION					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C14 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD						

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.01	M3 EXCAVACION ZANJA TERRE. FRANC Excavación de zanjas para tuberías con retroexcavadora, en terreno franco medido sobre perfil.	7.525,00	1,12	8.428,00
01.02	M3 TAPA. ZANJ.PROCE.EXTEN.10m Tapado de zanjas y extendido de tierras procedentes de las zanjas excavadas hasta una distancia media de 10 m.	7.525,00	0,18	1.354,50
01.03	M3 TRANSP.TIER. C.BASC. D<=3 Km Transporte de tierras o de materiales pétreos en camión basculante, por carreteras o caminos en buenas condiciones a una distancia máxima de 3 km de recorrido de carga, incluido el retorno en vacío y los tiempos de carga y descarga, sin incluir el importe de la pala cargadora. Según cálculo en hoja aparte. En el caso de transportes por vías en difíciles condiciones, bien por su estado o por su pendiente superior al 8%, el precio se mayorará en un 15%. Para pendientes superiores al 20% o condiciones extremas de las vías, se estudiarán precios especiales superiores a los propuestos.	422,00	0,79	333,38
01.04	M3 EXCAVACION DE HOYOS EXCAVACION DE HOYOS PARA ASPERORES	1.917,00	0,93	1.782,81
01.05	M3 TAPADO DE HOYOS TAPADO DE HOYOS	1.917,00	0,46	881,82
TOTAL CAPÍTULO 01 MOVIMIENTO DE TIERRAS				12.780,51

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 TUBERIAS				
02.01	ML T.PVC.D=50mm,6atm,JU.GOM.CO Tubería de PVC.rígida de 50mm.de diametro y 6 atm.de presión de servicio y unión por junta de goma,incluyendo materiales a pie de obra,montaje,colocación,pruebas y parte proporcional de piezas.No incluye excavación de la zanja ni extendido y relleno de la tierra procedente de la misma,ni la cama,ni el material seleccionado,ni su compactación y la mano de obra correspondiente.Todo ello se valorará aparte según necesidades del proyecto.	468,00	1,19	556,92
02.02	MI TUB.PVC 63mm 6atm. J.GOM.COL Tubería de P.V.C. rígida de 63 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	540,00	1,36	734,40
02.03	MI TUB.PVC 75mm 6atm. J.GOM.COL Tubería de P.V.C. rígida de 75 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	486,00	1,78	865,08
02.04	MI TUB.PVC 90mm 6atm. J.GOM.COL Tubería de P.V.C. rígida de 90 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	1.008,00	2,49	2.509,92
02.05	MI TUB.PVC 110mm 6atm. J.GOM.CO Tubería de P.V.C. rígida de 110 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	1.242,00	3,00	3.726,00
02.06	MI TUB.PVC 125mm 6atm. J.GOM.CO Tubería de P.V.C. rígida de 125 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación, pruebas y parte proporcional de piezas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente. Todo ello se valorará aparte según necesidades del Proyecto.	1.010,00	3,61	3.646,10
02.07	ML TUBERIA PE. D=32mm PN 6 atm TUBERIA DE POLIETILENO 32 PN 6 ATM QUE INCLUYE EXCAVACION DE ZANJA Y COLOCACION DE LA MISMA.	24.045,00	1,98	47.609,10
02.08	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=140mm. Tubería de P.V.C. rígida de 140 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pié de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	1.116,00	7,93	8.849,88

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.09	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=160mm. Tubería de P.V.C. rígida de 160 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	1.062,00	10,09	10.715,58
02.10	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=180mm. Tubería de P.V.C. rígida de 180 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	972,00	12,37	12.023,64
02.11	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=200mm. Tubería de P.V.C. rígida de 200 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	738,00	15,08	11.129,04
02.12	m. Tub.PVC liso j.elást. PN6 DN=250mm. Tubería de P.V.C. rígida de 250 mm. de diámetro y 6 atm de presión de servicio y unión por junta de goma, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y pruebas. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni la cama, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	1.150,00	23,81	27.381,50
02.13	MI TUBERIA PE. D=315 mm PN 6 atm Tubería de Polietileno de 315 mm. de diámetro y 6 atm de presión nominal, incluyendo materiales a pie de obra y grúa para la colocación de esta en el posicionador. No incluye excavación de la zanja ni el extendido y relleno de la tierra procedente de la misma, ni el material seleccionado, ni su compactación y la mano de obra correspondiente.	1.178,00	62,03	73.071,34
TOTAL CAPÍTULO 02 TUBERIAS				202.818,50

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 ASPERSORES Y ACCESORIOS				
03.01	UD ASPERSOR SECTORIAL Aspersor sectorial rosca macho 3/4" colocado y probado.	136,00	6,74	916,64
03.02	UD CAÑA 3/4 CAÑA DE 3 METROS DE DIAMETRO 3/4 COLOCADA	1.917,00	4,16	7.974,72
03.03	UD CASQUILLO DE UNION 3/4" Casquillo de unión rosca hembra 3/4", para cañas porta-aspersores.	3.854,00	1,10	4.239,40
03.04	UD DADO PROTECCION UNI CAÑA 3/4" Dado de hormigón para protección de la parte inferior de unión caña con PE puesto en obra y colocado.	1.917,00	0,86	1.648,62
03.05	UD CHAP ASPER SECTORIAL CHAPA ASPERSOR CIRCULAR	136,00	5,52	750,72
03.06	UD TE FUNDICION ROSCA H 3/4" PE Te de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor y unión 32mm para polietileno inyectado de 32mm. colocado y probado.	957,00	2,31	2.210,67
03.07	UD TE FUNDICION ROSCA M 1" PE Te de fundición rosca macho 1" para unión con casquillo en tubería de PVC, para unión de PE inyectado, salida 32mm. colocado y probado.	957,00	3,31	3.167,67
03.08	UD CODO DE FUNDICION ROSCA H 3/4 Codo de fundición rosca hembra 3/4" para caña porta-aspersor, unio 32mm para PE inyectado, colocado y probado.	957,00	2,51	2.402,07
03.09	UD ASPERSOR CIRCULAR Aspersor circular rosca macho 3/4" colocado y probado.	1.781,00	5,17	9.207,77
03.10	m. RAMAL RIEGO LOCALIZADO PE-20mm TUBERIA DE POLIETILENO CON GOTEROS AUTOCOMPENSANTES INCORPORADOS DENTRO DE LA MISMA PARA RAMAL DE RIEGO LOCALIZADO, SEPARADOS ENTRE SI 40 CENTIMETROS. EL CAUDAL DE CADA EMISOR ES DE 1.2 L/HORA. EL DIAMETRO EXTERIOR ES DE 20 mm Y EL INTERIOR DE 17,5 mm.	147.250,00	1,47	216.457,50
TOTAL CAPÍTULO 03 ASPERSORES Y ACCESORIOS				248.975,78

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 ACCESORIOS PVC				
04.01	UD CONO REDUCCION 63-50mm Cono de reducción de diametro 63-50mm para la conexión de tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N,soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	9,00	80,78	727,02
04.02	UD CONO REDUCCION 125-110mm Cono de reduccion de diametro 125-110mm.para la conexión de tuberías de polietileno incluyendo las bridas normalizadas D:I:N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	4,00	125,61	502,44
04.03	UD CONO REDUCCION 110-90mm Cono de reduccion de diametro 110-90mm para la conexión de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	8,00	112,52	900,16
04.04	UD CONO REDUCCION 90-75mm Cono de reducción de diametro 90-75mm.para la conexión de las tuberías de polietileno,incluyendo las bridas normalizadas D.I.N.soldadas,toda la pieza ejecutada en chapa de fundición galvanizada,colocada y probada,incluidas las juntas de caucho correspondientes y ejecutada según las dimensiones de los planos correspondientes.	12,00	85,22	1.022,64
04.05	UD CONO REDUCCION 75-63mm Cono de reducción de diametro 75-63mm para la conexión de tuberías de PVC	33,00	67,44	2.225,52
04.06	UD DRENAJE FIN LINEA Drenaje fin de línea encolado y colocado.	76,00	7,51	570,76
04.07	UD TE IGUAL PVC 50mm PN 6 ATM TE DE PVC DE DIAMETRO 50 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS	7,00	25,07	175,49
04.08	UD TE IGUAL PVC 75mm PN 6 ATM TE DE PVC DE DIAMETRO 75 COLOCADA Y MEDIOS AUXILIARES INCLUIDOS	12,00	27,77	333,24
04.09	UD CODO 45° PVC 110mm Codo de 45° diametro 110mm.	9,00	6,33	56,97
04.10	UD CODO 45° PVC 90mm Codo de 45° diametro 90mm.	14,00	5,70	79,80
04.11	UD CODO 45° PVC 75mm Codo 45° diametro 75mm.	6,00	5,10	30,60
04.12	UD CODO 90° 63 CODO DE 90° DIAMETRO 63 COLOCADO	9,00	3,82	34,38

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04.13	UD CODO 90° 50 CODO DE 90° DE DIAMETRO 50 COLOCADO.	14,00	3,19	44,66
04.14	Ud CODO 90° DIAMETRO 125 mm Codo de 90° de fundición galvanizada de diámetro 125 mm., con todos sus accesorios de montaje, colocado y probado.	21,00	117,47	2.466,87
04.15	UD CODO 90° 75 CODO DE 90° DE DIAMETRO 75 COLOCADO	32,00	5,65	180,80
04.16	UD TE REDUCCION 110-75mm te de reducción de junta elastica de PVC de diametro 110-75mm,colocada.	34,00	16,53	562,02
04.17	UD TE REDUCCION 90-75mm Te de reducción de junta elastica para PVC de diametros 90-75mm.	26,00	6,61	171,86
04.18	UD TE REDUCCION 75-63mm Te de reducción de junta elastica de diametro 75-63mm,colocada.	12,00	3,97	47,64
04.19	UD TE REDUCCION 75-50mm Te de reducción de PVC de diametros 75-50mm,colocada.	31,00	3,31	102,61
04.20	Ud SOLDADURA TUB. P.E. D=315 mm Unión soldada en tubería de polietileno de 315 mm. de diámetro, incluyendo máquina de soldar, medios auxiliares necesarios, grúa para el movimiento de la tubería y la instalación en el asiento de la máquina de soldar, un especialista en soldadura y dos peones; acabada, instalada y probada.	90,00	43,33	3.899,70
TOTAL CAPÍTULO 04 ACCESORIOS PVC				5.123,00

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 05 COLLARINES				
05.01	UD COLLARIN D 180 mm PARA PVC	8,00	85,00	680,00
05.02	UD COLLARIN D 160 mm PARA PVC Collarin diametro 160mm, colocado	15,00	23,41	351,15
05.03	UD COLLARIN D 140 mm PARA PVC Collarin diametro 140mm, colocado.	26,00	26,64	692,64
05.04	UD COLLARIN D 125 mm PARA PVC Collarin diametro 125mm, colocado.	53,00	21,31	1.129,43
05.05	UD COLLARIN D 110 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 110 COLOCADO	48,00	5,27	252,96
05.06	UD COLLARIN D 90 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 90 COLOCADO.	56,00	4,45	249,20
05.07	UD COLLARIN D 75 mm PARA PVC COLLARIN DIAMETRO 75 COLOCADO.	62,00	4,03	249,86
05.08	UD COLLARIN D 63 mm PARA PVC COLLARIN DE DIAMETRO 63 YA COLOCADO	74,00	3,71	274,54
05.09	ud COLLARIN D 50 mm PARA PVC COLLARIN DE DIAMETRO 50 COLOCADO Y MEDIOS AUXILIARES YA INCLUIDOS	68,00	3,56	242,08
TOTAL CAPÍTULO 05 COLLARINES				4.121,86

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 06 VALVULAS Y ACCESORIOS				
06.01	UD DERIVACION SIMPLE PARA MOD. Derivación simple de acero A-42-b para módulos de riego, incluye perforación roscada para válvula de ventosa y tomillería para válvula hidráulica, puesta en obra colocada y probada.	42,00	81,74	3.433,08
06.02	Ud ARQUETA VALV. MARIPOSA RAMAL Arqueta para válvula de mariposa montada en tubería de conducción, consistente en tubo de hormigón vibrado de 1200 mm. de diámetro con un tubo troncocónico acabado en diámetro 400 mm, esta arqueta poseerá los orificios correspondientes para el paso de la tubería, tal y como se representa en los planos y una tapa de fundición galvanizada de diámetro 400mm, colocada y acabada.	73,00	112,75	8.230,75
06.03	Ud VALV. TRES VIAS Válvula de tres vías para la manipulación automática por ordenador de las válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.	176,00	16,79	2.955,04
06.04	Ud VAL.MARIPOSA 10 atm. D=90 mm Válvula de mariposa, presión nominal 10 atm., de 90 mm. de diámetro, con cuerpo de hierro fundido, recubrimiento de rilsan, eje de acero inoxidable y asiento E.P.D.M., accionada de forma manual por reductor, colocada y probada.	12,00	145,70	1.748,40
06.05	UD VAL.ESFERA.3" Válvula de esfera de 3" y presión nominal de 10atm. en cuerpo de PVC.	8,00	6,61	52,88
06.06	Ud VALVULA DE VENTOSA D=2" Válvula de ventosa de 2" de diámetro, de doble efecto, cuerpo de hierro fundido. Colocada y probada.	12,00	188,99	2.267,88
06.07	Ud VAL. HIDRAULICA D=4" CON CONT Válvula hidráulica de 4" de diámetro, limitadoras de caudal y reguladoras de presión, cuerpo de hierro fundido recubierto de poliéster, muelle de acero inoxidable y diafragma de caucho natural, tubos de mando de P.E.; colocada, tarada y probada.	48,00	396,66	19.039,68
06.08	Ud FILTRO 4" CARTUCHO EXTRAIBLE Filtro de 4" de cartucho extraíble, para colocación en cada toma de riego según se indica en los planos, colocado y probado.	5,00	282,05	1.410,25
TOTAL CAPÍTULO 06 VALVULAS Y ACCESORIOS.....				39.137,96

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 07 AUTOMATIZACION DEL RIEGO				
07.01	ML MICROTUBO COMANDO DE PE 8 mm. Microtubo de comando para autotantismos de la red de riego, fabricado en PE con D= 8mm. puesto en obra colocado y probado.	28.652,00	0,04	1.146,08
07.02	Ud VALV. TRES VIAS Válvula de tres vias para la manipulación automática por ordenador de la válvulas hidráulicas de limpieza de filtros.	20,00	16,79	335,80
07.03	Ud SOLENOIDE Multisolenoides de operación secuencial para comando eléctrico de válvulas hidráulicas.	20,00	81,70	1.634,00
07.04	UD ORDENADOR HASTA 99 PROGRAMAS Ordenador de 99 programas para control automático de las válvulas de limpieza automática de la estación de filtrado.	1,00	628,16	628,16
07.05	Ud PLACA SOLAR 60x25 cm. Placa solar de 60x25 cm. de superficie.	1,00	411,46	411,46
07.06	Ud BATERIA 12 V. CORRIE. CONT. Bateria de 12 voltios de corriente continua.	1,00	28,40	28,40
07.07	Ud REGULADOR DE CARGA Regulador de carga.	1,00	16,73	16,73
07.08	Ud CONTADOR PROPORCIONAL 4" Ud de contador de agua proporcional de 4".	1,00	217,73	217,73
07.09	ud caseta prefabricada hormigón 6x2	1,00	200,00	200,00
TOTAL CAPÍTULO 07 AUTOMATIZACION DEL RIEGO				4.618,36

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 08 FERTIRRIGACION				
08.01	UD DEPOSITO POLIETILENO 10000L Depósito de polietileno, con tratamiento para radiación ultravioleta incluye tape y grifería de esfera de salida. colocado y probado.	2,00	1.322,23	2.644,46
08.02	UD BOMBA INYECTORA FER. Bomba inyectora hidráulica para fertirrigación de caudal máximo de 400 l/h. incluye valvulas de esfera de control de caudal, y toma para latubería de riego, soportes para su devida instalación y sujeción. montada y probada.	3,00	593,44	1.780,32
TOTAL CAPÍTULO 08 FERTIRRIGACION				4.424,78

PRESUPUESTO

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 09 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD				
TOTAL CAPÍTULO 09 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....				9.702,76
TOTAL.....				531.703,51

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
C1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	12.780,51
C2	TUBERIAS	202.818,50
C3	ASPERSORES Y ACCESORIOS	248.975,78
C4	ACCESORIOS PVC	5.123,00
C5	COLLARINES	4.121,86
C6	VALVULAS Y ACCESORIOS	39.137,96
C7	AUTOMATIZACION DEL RIEGO	4.618,36
C8	FERTIRRIGACION	4.424,78
C14	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	9.702,76
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		531.703,51
13,00 % Gastos generales		69.121,46
6,00 % Beneficio industrial		31.902,21
SUMA DE G.G. y B.I.		101.023,67
21,00 % I.V.A.		132.872,71
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		765.599,89
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		765.599,89

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SETECIENTOS SESENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

, a 6 de diciembre de 2012.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

MIGUEL SANZ



e s c u e l a
p o l i t é c n i c a
s u p e r i o r
d e h u e s c a



UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA

PROYECTO- TRABAJO FIN DE CARRERA

**Puesta en riego por cobertura total enterrada
y riego localizado de 94,22 ha en la
localidad de La Cartuja de Monegros
(Huesca)**

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

AUTOR:	Miguel Sanz Pérez
ENSEÑANZA:	Ingeniería Técnica Agrícola
DIRECTOR/ES:	Jesús Guillén Torres

MEMORIA

1.- OBJETO DEL ESTUDIO.

De acuerdo con el real decreto **555/1.986 del 21 de febrero**, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un estudio de seguridad e higiene en el trabajo en los proyectos de modificación y obras públicas, este estudio deberá servir para dar las directrices a la empresa constructora, que deberá seguir el plan de seguridad e higiene en el trabajo, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la dirección facultativa.

Se establecen por lo tanto, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SU SITUACIÓN.

La obra consiste en la transformación a riego finca de 94,22 hectáreas en la localidad de La Cartuja de Monegros (Huesca). La obra consiste en la implantación de una red de tuberías enterradas fijas, así como la implantación de los distintos sistemas de riego en la parcela, por cobertura total enterrada y goteo.

La situación de esta obra se encuentra más detallada en el anejo 2 de este proyecto.

3.- UNIDADES CONSTRUCTIVAS.

Las principales unidades que componen la obra son las siguientes:

- Excavación de zanjas.
- Instalación de tuberías.
- Relleno de zanjas.
- Transportes de hormigón.
- Encofrados y hormigonados de las arquetas, acequias, etc.

4.- RIESGOS EN LA OBRA.

4.1.- RIESGOS PROFESIONALES:

A) En excavaciones.

- Desprendimientos.
- Caídas de personal al mismo y a distinto nivel.
- Atropellos por máquinas o vehículos..
- Cortes y golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Polvo.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Atrapamientos.
- Caídas de material.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.

B) En transporte, vertido, extendido y compactación.

- Accidentes de vehículos.

C) En hormigones.

- Caídas de personal al mismo y distinto nivel.
- Caídas de materiales.
- Atrapamientos.
- Dermatosis por cemento.
- Salpicaduras.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Cortes y golpes.
- Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.
- Atropello por máquinas y vehículos.

D) Por colocación de las tuberías

- Golpes contra objetos.
- Caídas a distinto nivel.

- Caída de objetos.
- Desprendimientos.
- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Atropellamientos por maquinaria.

E) Producidos por agentes atmosféricos

- Por efecto mecánico del viento.
- Por efecto de hielo, agua o nieve.

F) En incendios.

- En vehículos, encofrados de madera, etc.

4.2.- RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.

Producidos por los enlaces con los caminos y por la ubicación de la obra, colindante con los pueblos cercanos, habrá riesgos derivados de la obra, fundamentalmente por circulación de vehículos, al tener que realizar desvíos provisionales y pasos alternativos.

5.- CONCEPTOS GENERALES. PRINCIPALES RIESGOS Y DAÑOS Y FORMA DE ACTUAR.

5.1.- DEFENSAS Y RESGUARDOS.

Es el conjunto de elementos que protegen al operario y a la maquinaria de posibles golpes, fricciones, caídas, etc.

La protección en la maquinaria busca reducir desgaste y posibles averías debidas a impactos o a elementos muy abrasivos. Los elementos de protección para estos casos son: pantallas, cubiertas y barandillas, y se instalarán en los puntos de operación, transmisión y en aquellas piezas dotadas de cualquier movimiento.

Estos elementos citados anteriormente deben cumplir unos requisitos:

No deberán crear nuevos riesgos.

No deberán interferir en el proceso de trabajo, ni dificultar la alimentación de la máquina o de una de sus partes.

La calidad de su construcción deberá estar acorde con el resto.

5.2.- PROTECCIÓN PERSONAL.

Esta protección personal no elimina el riesgo, sino que reduce los daños producidos por un accidente. Así mismo, estos elementos de protección deben cumplir unos requisitos:

- Deben estar homologados
- Deben ser fáciles de manejar
- Deben ser cómodos.
- No deben interferir en el trabajo.
- El mantenimiento debe ser sencillo

Este material se clasifica de la siguiente manera:

Ropa de trabajo. Las condiciones que debe reunir esta ropa se recogen en el artículo **142 de la Orden General de Salud e Higiene.**

Casco de protección. Este casco debe estar provisto de atalaje, barboquejo y accesorios.

Gafas o máscaras de protección contra radiaciones.

Tapones, orejeras o cascos para la protección contra ruidos.

Protecciones para las extremidades tanto superiores como inferiores. Así tenemos: guantes y mangas para las superiores; zapatos, botas, mono y pantalón para las inferiores.

Protección del aparato respiratorio mediante mascarillas.

Cinturones de seguridad o arneses.

5.3.- ORDEN Y LIMPIEZA.

Se entiende que un lugar de trabajo está limpio y ordenado cuando cumple los siguientes requisitos:

Cuando los restos de los materiales de trabajo se dejan en lugares apropiados.

Cuando los pasillos estén perfectamente señalizados y sin obstáculos de ningún tipo.

Cuando las zonas de paso y de trabajo estén libres de elementos resbaladizos o que puedan provocar la caída (agua, jabones, grasas, aceites, clavos, herramientas, etc.).

Los instrumentos de trabajo están en perfecto estado de uso.

Los cables y conducciones no deben interceptar el paso.

5.4.- COLOR Y SEÑALIZACIÓN.

Los colores están definidos por norma ISO en función del tipo de riesgo, así pues:

ROJO: indica peligro, prohibición o actividad nociva.

AZUL: indica obligatoriedad.

AMARILLO: indica atención, precaución y advertencia.

VERDE: indica información y seguridad.

BLANCO Y NEGRO: son colores auxiliares.

La señalización de seguridad debe situarse principalmente en:

Zonas de tránsito.

Donde haya elementos de lucha contra el fuego.

Peligros especiales y advertencias de tipo general.

Vallado.

5.5.- RIESGOS EN OPERACIONES DE MANUTENCIÓN.

Estas actividades son las de carga, transporte y descarga de material que deben realizar los operarios con el consiguiente peligro de caída de objetos, choque o lesiones de columna vertebral. Para evitar posibles daños el operario debe llevar prendas adecuadas y respetar las limitaciones de carga que puede levantar (reglamentado).

Los equipos de izado serán manipulados por trabajadores con suficiente experiencia y conocimiento para evitar negligencias a la hora de su uso y mantenimiento.

5.6.- RIESGO DE INCENDIOS.

Para que se inicie un fuego es necesario que se produzcan cuatro factores en el mismo espacio y tiempo. Dichos factores son: COMBUSTIBLE, CARBURANTE (aire), FOCO DE IGNICION y la REACCION EN CADENA.

Para extinguir el fuego se actúa sobre alguno de estos factores. Las sustancias usadas para este propósito son: AGUA, ANHIDRIDO CARBONICO, POLVOS SECOS, ESPUMA y DERIVADOS HALOGENADOS. Los equipos contra incendios empleados son los extintores portátiles y los sistemas semifijos o fijos de extinción.

5.7.- RIESGOS ESPECÍFICOS EN LA CONSTRUCCIÓN.

Los riesgos en la construcción son elevados, influyendo además del tipo de obra, la fase en la que se encuentre. A nivel global se pueden determinar los siguientes riesgos: Caídas de objetos y del operario (al mismo nivel o a distinto nivel –andamios, pisos,...-), desprendimientos de cajas izadas por equipos fijos, golpes por objetos o herramientas, atrapamientos, proyección de partículas, pisadas sobre objetos punzantes o cortantes, sobreesfuerzos, contactos eléctricos, y polvo.

Los métodos preventivos que deban ser aplicados corresponderán a los indicados por los departamentos de seguridad de la empresa. A nivel general, se pueden indicar los siguientes:

- Uso de prendas de protección personal.

- Conocimiento de las técnicas específicas en las operaciones de manutención.

- Establecimiento de las instalaciones eléctricas reglamentarias.

- Instalación de defensas y resguardos en los puntos agresivos de las maquinas.

5.8.- PRIMEROS AUXILIOS.

5.8.1.- Quemaduras.

Grado:

- 1º Eritema. Aparece enrojecimiento, picazón, tirantez e incluso dolor.

- 2º. Aparición de ampollas.

- 3º. Tienen zonas de color oscuro (escaras) por total destrucción de los tejidos.

- Gravedad.

Para determinar la gravedad de una quemadura lo que hay que tener en cuenta es la extensión o superficie de cuerpo que ocupa, fundamentalmente, junto con otras circunstancias, tales como el estado de salud del accidentado antes de sufrir la quemadura, localización de la misma y órganos que interesan, como de forma decisiva la edad del sujeto, pudiendo decirse que para el pronóstico la extensión y la edad son los datos más importantes.

- Conducta con los quemados:

- No se debe dejarlos correr, se deben envolver, tirarlos al suelo y rodearlos.

- Además no conviene que se les tape la cabeza pero si proteger la cara (peligro

con los ojos). También se deben proteger las quemaduras con compresas estériles húmedas.

Hay peligro de shock inmediato, que puede ocasionar la muerte rápida; también existe el riesgo de infección de las heridas y de deshidratación por pérdida de plasma.

- Tratamientos de urgencia:

Prevenir el shock.

Prevenir la infección.

No romper las ampollas.

5.8.2.- Hemorragias.

Las hemorragias se pueden clasificar según su origen, así tenemos hemorragias arteriales en las cuales la sangre tiene un color rojo vivo y sale intermitentemente; y las hemorragias venosas, donde la sangre tiene un color rojo-violáceo y sale en sábana.

Otro modo de clasificarlas es según donde se producen, así tenemos:

Hemorragias internas, cuando la sangre se derrama en el interior de una cavidad del cuerpo

- Hemorragias externas, cuando la sangre fluye hacia el exterior a través de una herida.

- Hemorragias exteriorizadas, que teniendo un origen interno, fluyen al exterior a través de un orificio natural.

- Pronóstico y modo de actuar.

Las hemorragias son graves. La pérdida de la tercera parte de la sangre que tenemos en el organismo ocasiona la muerte, cosa que en vasos gruesos puede producirse en muy poco tiempo.

Las hemorragias internas se pueden diagnosticar porque se producen unos signos o síntomas indirectos, tales como:

Debilidad interna (el enfermo dice que no puede con las piernas).

Palidez cada vez más acusada.

Pulso rápido y flojo.

Se le nubla la vista.

Dice tener mucha sed.

Sensación de ahogo.

El sujeto está agitado.

Se encuentra angustiado.

Dice notar zumbidos en los oídos.

Según la localización, puede escupir sangre, vomitarla, etc.

El tratamiento, en estos casos de hemorragias internas, es el siguiente:

Se debe trasladar de inmediato al accidentado a un centro hospitalario.

No se le debe dar nada de beber.

Se trasladará al enfermo con la cabeza baja y mucha precaución.

El tratamiento en hemorragias externas es el que sigue:

Limpieza, si existen, de los restos del objeto causante del daño.

Curas compresivas para cortar la hemorragia.

Compresión manual en puntos de elección.

Torniquete, si la herida es importante. Apuntar hora y minuto de colocación (riesgo de gangrena).

5.8.3.- Fracturas.

Existen varios tipos, que son:

Fisura. Fractura longitudinal sin desplazamiento de segmentos.

Cerrada. Rotura del hueso, con desplazamiento o no de segmentos, sin rotura de las partes blandas.

Abierta. Fractura, que rompe también las partes blandas que recubren el hueso, saliéndose o viéndose los segmentos desde el exterior.

Modo de actuar.

Inmovilización de la zona fracturada antes del traslado. La inmovilización consiste en proporcionar al hueso un tutor, que sustituye la pérdida de su rigidez. El tutor pueden ser férulas, tablillas, bastones, palos, cartones,...

La inmovilización para ser efectiva, ha de comprender las dos articulaciones extremas del miembro fracturado.

Hay que tener un especial cuidado con fracturados de columna vertebral, principalmente en la colocación en el medio de transporte y durante este.

5.9.- TRANSPORTE DE ACCIDENTADOS Y ENFERMOS.

5.9.1.- Justificación del transporte.

Solamente en casos extremos debe trasladarse al accidentado con el máximo cuidado hasta el lugar más próximo, más seguro donde se le puedan practicar los primeros auxilios.

Estos casos extremos serán incendio, electrocución, asfixia o estar aprisionado por escombros o por hierros.

5.9.2.- Técnica de transporte.

En el transporte ha de tenerse en cuenta unas medidas de carácter general, que son las siguientes:

La cabeza del accidentado debe ir en la parte posterior de la marcha cuando se hace entre dos personas.

Las ropas deben ser aflojadas, principalmente a nivel de cuello, tórax y abdomen.

La postura en la camilla, caso de utilizarse, estará condicionada por las lesiones que sufra, pero en principio es preferible el de cúbito lateral (colocado de costado) especialmente en el caso de temer la presencia de vómitos o que éstos hayan aparecido ya, de hemorragias nasales, etc.

En lesionados de abdomen o fracturas de pelvis, se colocaran las piernas ligeramente flexionadas y la parte del tronco ligeramente elevada.

En las heridas de tórax, los hombros deberán estar ligeramente elevados con relación al resto del cuerpo.

Si el sujeto se encuentra inconsciente, se le llevará con la cabeza más baja que el resto del cuerpo.

5.9.3.- Medios materiales para el transporte de los accidentados.

Transporte en camilla o con medios apropiados.

Transporte por medios improvisados.

Transporte a brazo.

5.9.4.- Normas especiales para el transporte de diversos tipos de accidentados.

5.9.4.1.- Quemados de gran extensión.

Se colocarán en el medio de transporte, una vez cubiertas las quemaduras con apósitos estériles, cuidando no se rompan las posibles ampollas y haciendo que apoye sobre la camilla las partes de su cuerpo menos lesionadas para evitar la irritación y aumento de las lesiones existentes.

5.9.4.2.- Fracturados en general o polifracturados.

No se iniciará su transporte antes de que se haya procedido a la inmovilización de todas y cada una de las fracturas que padezca.

5.9.4.3.- Fracturados de columna vertebral.

Estos accidentados requieren un máximo cuidado y meticulosidad, tanto en la realización de la captación como en el transporte, por la posibilidad de producirse lesiones en la médula espinal de consecuencias irreparables.

El accidentado en estos casos, debe recogerse al menos por tres personas que elevan al accidentado; sin flexionar lo más mínimo su columna vertebral; y un cuarta que deslice la camilla bajo la víctima.

No puede ser trasladado más que sobre camillas, que a ser posible se caracterizará porque su superficie sea un plano duro, para evitar posiciones y formas que puedan poner en peligro la médula espinal. En caso de utilizarse camilla convencional se realizará el transporte colocando al accidentado boca abajo.

El traslado hasta el vehículo se realizará dirigiendo la operación una sola persona, que irá armonizando la marcha para lo que deben ir los camilleros manteniendo la camilla siempre horizontal, debiendo llevar la víctima la cabeza hacia delante, posición que se mantendrá en el vehículo.

PLIEGO DE CONDICIONES

1.- DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los Trabajadores.
- La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 13/1995 de 8 de Noviembre). R.D. (1627/1997) de fecha 24 de Octubre, de disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- R.D. (486/1997) de fecha 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- R.D. (949/1997) de fecha 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- R.D. (1215/1997) de fecha 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 2413/1973).
- Reglamento de líneas eléctricas de Alta Tensión (Decreto 3151/1968).
- Norma de señalización de obras (8.3.-IC).
- Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (R.D. 485/1997).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.

- Demás provisiones oficiales relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realcen en la obra.

2.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda (o equipo), se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

2.1.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.

Todo elemento de protección individual se ajustará a lo establecido en el **R.D. 773/1997** sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista disposición oficial pertinente, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

2.2.- PROTECCIONES COLECTIVAS.

- Pórticos limitadores de gálbo. Dispondrán de dintel debidamente señalizado.
- Vallas autónomas de limitación y protección. Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener la verticalidad. Las patas serán tales que en el caso de caída de la valla, no supongan un peligro en sí mismas al colocarse en posición aproximadamente vertical.

- Topes de desplazamiento de vehículos. Se podrán fabricar con un par de tablones embridados, fijados en el terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.
- Pasillos de seguridad. Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubos o perniles y la cubierta de chapa). Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos, terreros, capa de arena, etc.).
- Barandillas. Dispondrán de listón superior a una altura de 90 cm de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, y llevarán un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.
- Plataformas de trabajo. Tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 metros del suelo estarán dotadas de barandillas.
- Escaleras de mano. Serán metálicas y deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.
- Redes. Serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Lonas. Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de la llama.
- Cables de sujeción de cinturón de seguridad, sus anclajes, soportes y anclajes de redes. Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos, de acuerdo con su función protectora.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra. La sensibilidad mínima de los interruptores será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V. Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.
- Riegos. Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para evitar levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.
- Extintores. Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.

- Medios auxiliares de topografía. Estos medios, tales como cintas, jalones, miras, etc., serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas.

3.- PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

3.1.- FORMACIÓN.

Todo personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo de primeros auxilios, de forma que todas las cuadrillas dispongan de algún socorrista.

3.2.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.

3.2.1.- Botiquines.

Se prevé la instalación de varios botiquines de obra para primeros auxilios conteniendo el material especificado en la Ordenación General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

3.2.2.- Asistencia a accidentados.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (servicios propios, Mutuas patronales, Mutualidades laborables, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

3.2.3.- Reconocimiento médico.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico, previo al trabajo.

3.2.4.- Análisis.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

4.- PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con los caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizará los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

5.- NORMAS DE ACTUACIÓN EN LA OBRA.

5.1.- CIRCULACIÓN EN OBRA.

Las Normas de Seguridad serán las siguientes:

- Se eliminarán interferencias de personas extrañas a la obra mediante recintos o vallas y señales.
- Habrá que evitar y reducir al máximo las interferencias de personas y medios, mediante una planificación inteligente de accesos a la obra, vías de tráfico, medios de transporte horizontales hasta los lugares de carga y descarga, trayectorias recorridas por las bases de los aparatos de elevación y por sus radios de acción.
- Las vías de tráfico deberán estar siempre libres y provistas de firmes resistentes para que permanezcan en buen estado. También, y según las necesidades, habrá que delimitarlas y colocar en ellas los carteles para las limitaciones de velocidad, sentidos únicos de marcha, etc.
- El tráfico pesado deberá pasar lejos de los bordes de las excavaciones, de los apoyos de los andamios y de los puntos peligrosos o que peligren.
- Los pasos sobre zanjas se harán en número suficiente para permitir el cruce de las zanjas a vehículos y peatones, y protegidos con barandilla y rodapiés.
- Se procurará que los pasillos de obra (lugares de paso y de trabajo) queden siempre libres de escombros y de todo tipo de materiales que no sean absolutamente necesarios.
- Ningún trabajo debe hacerse bajo el volquete de un camión o bajo la parte móvil de cualquier otra máquina, sin que haya un dispositivo de seguridad que impide su caída o su vuelco en caso de que falle el dispositivo normal de retención.

5.2- EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO.

La altura de corte de excavación realizada no rebasará en más de un metro la máxima altura de ataque de la misma.

El frente de excavación se inspeccionará como mínimo dos veces durante la jornada, por el Encargado o Capataz. En el caso de existir riesgo de desprendimiento, se procederá a sanear la zona por personal capacitado para esta misión y, si fuese necesario, se iniciarán los trabajos de entibación o apuntalamiento.

Está prohibida la sobrecarga de materiales en los bordes de la excavación.

En las excavaciones realizadas con máquinas se debe cuidar que no circule personal dentro del radio de acción de las mismas. Se evitará que el acceso de los vehículos y del personal al fondo de la excavación sea el mismo. Si por necesidad no se pudiese hacer independiente, el del personal se protegerá con una valla.

Todas las maniobras de los vehículos, cuando representen un peligro, serán guiadas por una persona, y el tránsito de los mismos dentro de la zona de trabajo se procurará que sea por sentidos constantes y previamente estudiados, evitando toda circulación junto a los bordes de la excavación.

Los bordes de la excavación se protegerán con barandillas cuando exista o se prevea circulación en sus proximidades, en caso contrario se señalizarán.

Antes de comenzar los trabajos de excavación se deberá investigar la posible existencia de canalizaciones de agua, gas, electricidad o conducciones telefónicas y alcantarillado. Cuando se encuentren canalizaciones sobre las cuales no exista información en los planos, se debe parar inmediatamente el trabajo y no se reanudará hasta la identificación, y, si es necesario, el desvío del servicio encontrado.

En las excavaciones importantes se debe tener previsto el desagüe y achique en caso de lluvia.

5.3.- NORMAS DE SEGURIDAD PARA ENTIBACIONES.

Las normas a seguir serán las siguientes:

- Si en una excavación la pendiente de las paredes es superior al talud natural, será necesario entibar.
- Si se estima que debido a las circunstancias especiales, es suficiente una entibación parcial, ésta deberá llegar, como mínimo, hasta la mitad de la profundidad de la pared y tener 1/3 de la altura de la misma.

- Si se prevén desprendimientos en la base o al pie de la excavación es conveniente colocar una entibación en toda la altura.
- En terrenos arenosos o suelos con grava se empleará entibación vertical y en los arcillosos o compactos sin roca, la entibación horizontal.
- Para profundidades de excavación de hasta 3 m y para los tipos de terrenos indicados, el espesor de los tablones será de 5 cm, la separación horizontal de 1,5 m y la vertical de 1m.
- En todos los casos, para anchuras de excavación menor de 3,50 m, la sección de los codales será de 15 x 15 cm. Si el ancho es mayor de 3,50 m la sección será de 20 x 20 cm.
- Los tablones estarán en perfecto contacto con el terreno. Si hay concavidades se rellenarán y se ajustarán con cuñas.
- Los tornapuntas no se apoyarán directamente sobre el suelo, se intercalarán cuñas y base resistente.

5.4.- RETROEXCAVADORA.

Equipo individual de protección:

- Casco
- Ropa de trabajo
- Protección de la vista
- Protección de vías respiratorias
- Calzado protector
- Cinturón antivibratorio

Normas de actuación:

- Se evitará subir a la máquina con el calzado lleno de barro o grasa.
- Se mantendrá la cabina en las debidas condiciones de orden y limpieza.
- No deberá acercarse demasiado al borde de taludes y excavaciones.
- Al circular, lo hará siempre con la cuchara en posición de traslado.
- No se permitirá la presencia de personas en las proximidades de la máquina, cuando ésta esté en funcionamiento.
- Cuando se esté cargando un camión, se procurará no pasar con el cazo lleno por encima de la cabina del mismo.
- Se prestará atención a las líneas eléctricas, tanto aéreas como subterráneas. En caso de contacto, el conductor permanecerá quieto en la cabina hasta que la red sea desconectada o se deshaga el contacto. Si es preciso bajar de la máquina, lo hará de un salto lo mayor posible.

- Si en alguna excavación se descubriese o averiase alguna conducción, se detendrá el trabajo y se avisará enseguida al responsable de los trabajos.

Al finalizar la jornada o durante los descansos se observarán los siguientes puntos:

- El cazo debe apoyarse en el suelo, o en su sitio en la máquina.
- Se dejarán los calzos apoyados en el suelo.
- La batería debe quedar desconectada.

Queda terminantemente prohibido:

- Bajarse del vehículo sin dejarlo frenado y sin que esté sobre una superficie horizontal.
- Permitir que personal no autorizado manipule la máquina.
- Transportar personal en la máquina.

5.5.- BULDOZER.

Obligación de:

- No permitir la presencia de grupos de: personas en las cercanías de donde se realice el trabajo, o en lugares donde puedan ser alcanzados por la máquina.
- Prestar especial atención al realizar la maniobra de marcha atrás, comprobando el buen funcionamiento del chivato de advertencia.

Observar las siguientes reglas al finalizar la jornada o durante los descansos:

- La cuchilla y el ripper se deben apoyar en el suelo.
- La batería debe quedar desconectada.
- Se debe echar el freno.
- Limpiar el calzado de barro o grasa antes de subir a la máquina
- Hacer toda operación de engrase, limpieza, revisión, reparación o repostaje a máquina parada y con la cuchilla apoyada en el suelo. Si la reparación se hiciese en la misma cuchilla, se utilizarán calzos para apoyarla, evitando de esta forma el riesgo de caída inesperada.
- Realizar escrupulosamente las revisiones prescritas por el servicio de maquinaria.

Prohibición de:

- Bajar sin dejar frenada la máquina, apoyada la cuchilla y el ripper en el suelo y sobre superficie horizontal
- Permitir la manipulación de la máquina por personas no autorizadas.
- Transportar personas en la máquina.

5.6.- PALA CARGADORA.

Equipo individual de protección:

Casco - Ropa de trabajo - Protección de la vista - Calzado protección - Cinturón antivibratorio.

Normas de actuación:

- La máquina llevará conectado a la marcha atrás un silbato que funcionará cuando la máquina se mueva en dicho sentido.
- Se evitará el acercarse demasiado al borde de taludes y excavaciones en los que pudiera haber derrumbes y vuelcos.
- Cuando se efectúen operaciones de reparación, engrase o repostaje, es obligatorio parar el motor y apoyar la cuchara en el suelo. En caso de reparaciones de ésta, se pondrán topes para evitar la caída intempestiva de la misma.
- Siempre que se desplace de un lugar a otro, se mantendrá la cuchara lo más cerca posible del suelo y se circulará a velocidad moderada, respetando la señalización existente.
- No se permitirá la presencia de grupos de personas en las cercanías de la zona de trabajo, o en lugares donde puedan ser alcanzados por la máquina.
- Hay que limpiarse el calzado de barro o grasa antes de subir a la máquina.
- Cuando se carguen camiones, no se colocará ni pasará la pala por encima de la cabina.
- En los desplazamientos y maniobras se prestará especial atención a las líneas eléctricas, respetando siempre las distancias de seguridad, previniendo los movimientos de la cuchara y la carga, por acción de la suspensión o de las irregularidades del terreno.
- La distancia mínima a una línea eléctrica será:
 - 4 m hasta 66.000 voltios.
 - 5 m para más de 66.000 voltios.

- Cuando la máquina se encuentre averiada se señalará con un cartel de "MÁQUINA AVERIADA", y se señalizará la máquina si quedara en zona de paso de vehículos.
- Cualquier anomalía observada en el funcionamiento de la máquina deberá ser puesta en conocimiento del Inmediato Superior.

Al finalizar la jornada, o durante los descansos, se observarán las siguientes reglas:

- La cuchara debe quedar apoyada contra el suelo.
- La batería debe desconectarse.
- Debe echarse el freno de aparcamiento
- No se transportarán personas en la máquina, especialmente dentro del cucharón.

5.7.- CAMIONES.

Equipo individual de protección:

- Casco (estando fuera del vehículo).

Normas de actuación generales:

- El vehículo llevará conectado a la marcha atrás un silbato, el cual sonará cuando se mueva en dicho sentido.
- Antes de iniciar la jornada se revisarán los puntos siguientes para verificar su correcto funcionamiento: silbato marcha atrás, frenos, dirección, limpia parabrisas, extintores y pilotos indicadores de dirección, parada y situación.
- En caso de avería o mal funcionamiento de alguno de ellos, se reparará antes de iniciar el trabajo.
- No se dejará desatendido el vehículo estando el motor en marcha.
- Si el camión tuviera que ser remolcado, hay que asegurarse de que lleva bastante aire para el funcionamiento de los frenos. En caso contrario hay que usar una barra rígida para el remolque.
- No se hará ninguna reparación o ajuste con el motor en marcha, excepto cuando esto sea estrictamente necesario.
- Se comprobará periódicamente, durante el trabajo, el freno de mano, que se usará únicamente para aparcar, excepto en casos de emergencia.
- Al aparcar se dejará una distancia de seguridad con los demás vehículos.
- Al comprobar el líquido del radiador, se dejará escapar primero la presión, antes de quitar el tapón.

- No se permitirá que vaya nadie sobre los estribos, aletas o caja del camión.
- Cuando se haya utilizado un extintor debe darse aviso de ello, para que se proceda a su relleno o sustitución.
- Hay que informar al superior inmediato de la falta de seguridad de la ruta, debido a baches, terreno blando, etc.
- Al estacionar, el vehículo se dejará siempre con el freno de mano puesto y una marcha metida. Se evitará aparcar en pendiente, sobre todo con el vehículo cargado.
- Tendrá en cuenta el riesgo de emisión de gases de los motores cuando trabaje en recintos con poca ventilación, parando en este caso el motor durante los vertidos, siempre que sea posible.
- Siempre que sea obligación detenerse en curvas o rampas de visibilidad reducida se asegurará de ser visto desde otros vehículos en movimiento, requiriendo la ayuda de señales o colocación de señalización vial.

Normas de actuación durante la carga:

- Se introducirá el camión con cuidado en la zona de carga, y se mantendrá una distancia segura con el camión que le precede.
- Cuando se haga marcha atrás, se asegurará de que no hay personas, obstáculos ni vehículos y tocará el claxon intermitentemente.

Normas de actuación específicas para camión hormigonera:

- Se asegurará que el vehículo esté parado y estable antes de accionar el mecanismo de rotación de la hormigonera.
- No circulará con la canaleta suelta.

5.8.- DUMPER.

Equipo individual de protección:

Casco - Ropa de trabajo - Calzado protección - Gafas antipolvo - Cinturón antivibratorio.

Normas de actuación:

- Se evitarán giros bruscos o demasiado rápidos que podrían originar vuelcos.
- Se deberán poner en los puntos de descarga unos topes para las ruedas.
- La velocidad de circulación estará en función de la visibilidad, carga transportada, condiciones del peso, existencia de personas, vehículos o materiales en las zonas de paso.

- Hay que mantenerse a distancia segura del borde de la zona de descarga.
- En la posición de basculado, hay que aplicar el freno de mano y poner la palanca en el punto muerto.
- Para salir de la posición de basculado, hay que adoptar una velocidad adecuada hacia delante, aflojar el freno de mano y salir con cuidado de la zona.
- Está terminantemente prohibido salir de la zona de descarga con el volquete levantado. Hay que prestar especial atención a las líneas eléctricas.
- Cualquier anomalía en frenos o dirección debe ser objeto de consulta inmediata con un mecánico especializado.
- Al dejar parada la máquina en una pendiente, estará bien frenada y calzada.
- El transporte de cargas polvorientas ha de hacerse estando éstas bien cubiertas por lonas y el conductor protegido con gafas.
- En los arranques por manivela, se empuñará ésta colocando el pulgar en el mismo lado que los demás dedos y dando el tirón hacia arriba.
- No se transportarán personas en el dumper.

5.9.- GRUA MÓVIL.

El operador deberá seguir las siguientes normas:

- Efectuará periódicamente todas las revisiones indicadas en las Normas de Mantenimiento y cuidará, en especial, de aquellos elementos de seguridad que lleve la máquina y que bajo ningún concepto deberá estar fuera de servicio. Asimismo comprobará diariamente el estado de los cables, de sus arrollamientos en los tambores y del gancho.
- Cuidará el perfecto estado de eslingas, bragas, perrillos, etc. procediendo a su renovación siempre que estos medios de enganche muestren síntomas de fatiga o deterioro.
- Antes de utilizar la grúa, se deberá comprobar el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.
- Se limpiará el calzado de barro o grasa antes de subir a la máquina.

- Elevará la carga verticalmente, los tiros sesgados están prohibidos terminantemente.
- No realizará nunca movimientos en los que las cargas queden fuera de su vista, sin los servicios de un señalizador.
- En los desplazamientos y maniobras, prestar atención a las líneas eléctricas, sin olvidar que las distancias de seguridad son de 4 m para baja y 5 m para alta tensión. En caso de contacto permanecer quieto en la cabina hasta que la red sea desconectada o se deshaga el contacto. Si es preciso bajar de la máquina lo hará de un salto lo más grande posible.
- Está totalmente prohibido el transporte de personas colgadas en el cubo.
- No se permitirá que nadie pase bajo las cargas suspendidas o que se estacione en la zona de maniobras.
- Controlará el movimiento de cargas de gran longitud y evitará su giro mediante cuerdas sujetas a los extremos de la misma, con ayuda de los operarios necesarios.
- Pondrá extremo cuidado al montar y desmontar tramos de pluma, no se situará nunca debajo de ella y efectuará la operación en la forma correcta.
- No abandonará nunca la máquina con una carga suspendida. No dejará nunca la máquina en una pendiente.
- No permitirá que ninguna persona no autorizada manipule la máquina.
- En caso de que los cables de suspensión de la carga se enrolen entre sí, no apoyar la carga antes de hacer volver los cables a su posición normal.

5.10.- MOTONIVELADORA.

Equipo individual de protección:

Casco - Ropa de trabajo - Protección de la vista - Protección de las vías respiratorias - Calzado de protección - Cinturón antivibratorio.

Normas de actuación:

- Se circulará con precaución y a velocidad moderada, sobre todo en proximidad de taludes y zanjas.
- Se evitará detener la máquina en pendientes.
- No se permitirá la presencia de grupos de personas en las cercanías de la máquina, donde se realice el trabajo o en lugares donde puedan ser alcanzados por ésta, prestando especial atención en la operación de marcha atrás.

- La máquina llevará conectada a la marcha atrás un silbato, que funcionará cuando la máquina se mueva en dicho sentido.
- Al finalizar la jornada, o durante los descansos, se observarán las siguientes normas:
 - Apoyar la cuchilla y ripper en el suelo.
 - La batería debe quedar desconectada.
 - Se colocará el freno de aparcamiento.
- Antes de subir a la máquina, tendrá cuidado de no llevar barro a grasa adheridos al calzado, para evitar el peligro de caída y también para evitar el peligro de que los pies puedan resbalar sobre los pedales.
- Cuando la máquina se encuentre averiada, se señalará con un cartel de "MÁQUINA AVERIADA". Cuando quede parada en zona de tráfico, se señalizará adecuadamente.
- Las operaciones de mantenimiento, reparación, repostaje, etc., deberán ser efectuadas con la máquina parada, apoyando previamente la cuchilla en el suelo.
- Cualquier anomalía observada en el normal funcionamiento de la máquina, deberá ser puesto en conocimiento del inmediato superior.

5.11.- RODILLO VIBRATORIO.

El operador deberá seguir las siguientes consignas:

- En el caso de que el rodillo sea arrastrado por un tractor, se asegurará que el enganche sea correcto.
- Si el rodillo es autopropulsado, permanecerá en su puesto de trabajo sin abandonar éste hasta que el rodillo este parado.
- Vigilará especialmente la estabilidad del rodillo cuando circule por superficies inclinadas, así como la consistencia mínima del terreno necesaria para mantener dicha estabilidad.
- Se asegurará de ser visto con suficiente antelación desde otros vehículos que estén circulando por la zona, requiriendo la ayuda de un señalizador o colocando señalización vial, siempre que sea preciso. Las operaciones de mantenimiento o de reparación se harán a máquina parada.

5.12.- NORMAS DE COMPORTAMIENTO PARA MECÁNICOS.

Los equipos de seguridad que la Empresa le entrega son para ser utilizados correctamente en los casos adecuados. Deberá conservarlos en buen estado y solicitar su cambio cuando se hayan deteriorado.

Deberá comunicar a su superior cualquier deficiencia observada en herramientas, máquinas o instalaciones, a fin de procurar que sea subsanado.

Existen recipientes para la recogida de desperdicios. No deberá, por lo tanto, tirarlos al suelo ni abandonarlos en cualquier lugar fuera de los dedicados para ello. Está prohibido inutilizar cualquier dispositivo de seguridad aunque aparentemente facilite su trabajo.

Sólo los electricistas están autorizados para efectuar reparaciones o ajustes en instalaciones eléctricas.

- Evitará permanecer o circular debajo de cargas suspendidas.
- Cuando realice revisiones o reparaciones en cualquier elemento accionado por cilindros hidráulicos, siendo necesario mantenerlo elevado (cazos de palas cargadoras, hojas de tractores, basculantes de camiones, etc.), deberá calzarlo adecuadamente con tacos de madera u otros elementos apropiados.
- Está prohibido fumar en las inmediaciones del surtidor de combustible, del almacén de lubricantes y de la zona de carga de batería.
- Es obligatorio el uso de gafas protectoras en todos aquellos trabajos en los que existe riesgo de proyección de partículas, como son por ejemplo:
 - Oxicorte. Trabajos en la piedra esmeril.
 - Trabajos con Rotaflex.
 - Rascado de pintura.
 - Trabajos en máquinas-herramientas con arranque de viruta.
- Deberá utilizar guantes siempre que maneje cables y piezas con aristas cortantes.

6.- SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

6.1.- SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD E HIGIENE.

La obra dispondrá de Técnico de Seguridad e Higiene con dedicación completa, y de Brigada de Seguridad (oficial y peón) para mantenimiento y reposición de protecciones.

6.2.- SERVICIO MÉDICO.

La empresa dispondrá de un Servicio Médico de empresa propia o mancomunada.

6.3.- VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE.

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Se constituirá el Comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de construcción, o en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

6.4.- INSTALACIONES MÉDICAS.

El botiquín se revisará semanalmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

6.5.- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

Se dispondrá de vestuario, servicios higiénicos y comedor, debidamente dotados. El vestuario dispondrá de taquillas individuales, con llave, asientos y calefacción.

Los servicios higiénicos tendrán lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

El comedor dispondrá de mesas y asientos con respaldo, pilas lavavajillas, calienta comidas, calefacción y un recipiente para desperdicios. Para la limpieza y conservación de estos locales se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

6.6.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad e Higiene, adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

El Plan de Seguridad y Salud que estudie, analice y complemente este Estudio, constará de los mismos apartados, con adaptación expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el pliego de condiciones.

Dicho plan será informado por el Coordinador de Seguridad y Salud y con este informe se llevará a su aprobación por la Administración Pública que haya ejecutado la obra.

PRESUPUESTO.

CAPITULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES.

- 1.- Ud. Casco de seguridad homologado.
- 2.- Ud. gafa anti-polvo y anti-impactos.
- 3.- Ud. protector auditivo homologado.
- 4.- Ud. mono o buzo de trabajo.
- 5.- Ud. impermeable.
- 6.- Par de guantes de goma fina.
- 7.- Par de guantes de cuero y lona.
- 8.- Par de botas impermeables al agua y humedad.
- 9.- Ud. mascarilla de respiración.
- 10.- Ud. filtro para mascarilla de respiración.

CAPITULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS.

- 1.- Ud. señal normalizada de tráfico, incluido soporte.
- 2.- Ud. cartel indicativo de riesgo, incluido soporte.
- 3.- Ml. valla de desviación de tráfico, incluida colocación.
- 4.- Ud. cartel indicativo, sin soporte.
- 5.- Ml. cordón de balizamiento reflectante, incluido soporte.
- 6.- Ud. jalón de señalización, incluida colocación.
- 7.- Ud. topes para camión en excavaciones.
- 8.- H. de mano de obra de brigada de seguridad, empleada en mantenimiento y reposición de protecciones.
- 9.- H. camión de riego, incluido conductor.
- 10.- Baliza luminosa intermitente.

CAPITULO 3: EXTINCION DE INCENDIOS.

- 1.- Ud. extintor de polvo polivalente, incluido el soporte.

CAPITULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

- 1.- Ud. mesa de alquiler de barracón para comedor.
- 2.- Ud. de mesa de madera con capacidad para 10 personas.
- 3.- Ud. banco de madera con capacidad para 5 personas.
- 4.- Ud. calienta comidas para 50 servicios.
- 5.- Ud. radiador infrarrojos.
- 6.- Ud. pileta corrida construida en obra y dotada de 5 grifos.
- 7.- Ud. de acometida de agua con energía eléctrica para comedor totalmente terminado y en servicio.
- 8.- Ud. recipiente para recogida de basuras.
- 9.- Mes de alquiler de barracón para vestuario de 30 personas.
- 10.- Ud. de taquilla metálica individual con llave.
- 11.- Mes de alquiler de barracón para aseos.
- 12.- H. mano de obra empleada en la limpieza y conservación de instalaciones de personal.
- 13.- Ud. calentador de agua de 50 L.
- 14.- Ud. ducha con agua fría y caliente.
- 15.- Ud. de inodoro instalado.
- 16.- Ud. lavabo con agua fría y caliente.
- 17.- Mes de alquiler de barracón para comedor.

CAPITULO 5: MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

- 1.- Ud. de botiquín instalado en obra.
- 2.- Ud. de reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra.
- 3.- Ud. de reconocimiento médico obligatorio.

CAPITULO 6: FORMACION Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- 1.- Ud. reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el trabajo (solamente en el caso de que el Convenio Colectivo Provincial así lo disponga para el nº de trabajadores).
- 2.- H. de formación de Seguridad e Higiene en el trabajo.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES							
D41EA001	Ud CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado C.E.						15,00
D41EA201	Ud PANT.SEGURID. PARA SOLDADURA. Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada C.E.						3,00
D41EA210	Ud PANTALLA CONTRA PARTICULAS. Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada C.E.						3,00
D41EA213	Ud PANTALLA MALLA METALICA Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnés de cabeza y visor de malla metálica, homologada C.E.						3,00
D41EA215	Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELEC. Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada C.E.						6,00
D41EA220	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas C.E.						15,00
D41EA230	Ud GAFAS ANTIPOLVO. Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas C.E.						15,00
D41EA235	Ud GAFAS PANORAMICAS LIQUIDOS Ud. Gafas panorámicas contra líquidos con válvulas antiempañantes, homologadas C.E.						6,00
D41EA401	Ud MASCARILLA ANTIPOLVO. Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.						15,00
D41EA410	Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA. Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.						15,00
D41EA601	Ud PROTECTORES AUDITIVOS. Ud. Protectores auditivos, homologados.						15,00
D41EC401	Ud CINTURON SEGURIDAD CLASE A. Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada C.E.						9,00
D41EC001	Ud MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado C.E.						15,00
D41EC010	Ud IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado C.E.						15,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
D41EC520	Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado C.E.						6,00
D41EE020	Ud PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado C.E.						9,00
D41EE401	Ud MANO PARA PUNTERO. Ud. Protector de mano para puntero, homologado C.E.						9,00
D41EE030	Ud PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados C.E.						9,00
D41EE014	Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VAC. Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado C.E.						15,00
D41EG001	Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas C.E.						15,00
D41EG015	Ud PAR BOTAS SEGUR.PUNT.PIEL Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas C.E.						15,00
D41EG030	Ud PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas C.E.						15,00
D41EG401	Ud PAR POLAINAS SOLDADOR Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas C.E.						6,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS							
D41GA001	M2 RED HORIZONTAL PROTEC.HUECOS. M2. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.						450,00
D41GA350	Ud PASARELA MONTAJE FORJADO UD. Pasarela para ejecución de forjados, realizada mediante tablonos de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).						12,00
D41GA040	MI CABLE DE ATADO TRAB.ALTURA MI. Cable de seguridad para atado en trabajos de altura, sujeto mediante anclajes hormigonados y separados cada 2ml./montaje y desmontaje.						9,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION							
D41CA240	Ud CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO. Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado						24,00
D41CC230	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B. MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.						900,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA							
D41IA210	Ud LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET. Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.						6,00
D41IA201	H. EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2º y de ayudante.						60,00
SOP400	Ud BOTIQUIN DE URGENCIA Botiquin de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza de seguridad e higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.						9,00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR							
D41AA410	Ud A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.						1,00
D41AE001	Ud ACOMET.PROV.ELECT.A CASETA. Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.						1,00
D41AE101	Ud ACOMET.PROV.FONTAN.A CASETA. Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.						1,00
D41AE201	Ud ACOMET.PROV.SANEAMT.A CASETA. Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.						1,00

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES						
D41EA001		Ud	CASCO DE SEGURIDAD.			
			Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.			
U42EA001	1,000	Ud	Casco de seguridad homologado	3,05	3,05	
			TOTAL PARTIDA.....			3,05
D41EA201		Ud	PANT.SEGURID. PARA SOLDADURA.			
			Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada CE.			
U42EA201	1,000	Ud	Pantalla seguri.para soldador	12,31	12,31	
			TOTAL PARTIDA.....			12,31
D41EA210		Ud	PANTALLA CONTRA PARTICULAS.			
			Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada CE.			
U42EA210	1,000	Ud	Pant.protección contra parti.	13,25	13,25	
			TOTAL PARTIDA.....			13,25
D41EA213		Ud	PANTALLA MALLA METALICA			
			Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnés de cabeza y visor de malla metálica, homologada CE.			
U42EA213	1,000	Ud	Pantalla malla metálica	13,88	13,88	
			TOTAL PARTIDA.....			13,88
D41EA215		Ud	PANTALLA CORTOCIRCUITO ELEC.			
			Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE			
U42EA215	1,000	Ud	Pantalla cortocircuito electrico	34,01	34,01	
			TOTAL PARTIDA.....			34,01
D41EA220		Ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS.			
			Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.			
U42EA220	1,000	Ud	Gafas contra impactos.	11,36	11,36	
			TOTAL PARTIDA.....			11,36
D41EA230		Ud	GAFAS ANTIPOLVO.			
			Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.			
U42EA230	1,000	Ud	Gafas antipolvo.	2,52	2,52	
			TOTAL PARTIDA.....			2,52
D41EA235		Ud	GAFAS PANORAMICAS LIQUIDOS			
			Ud. Gafas panorámicas contra líquidos con válvulas antiempañantes, homologadas CE.			
U42EA235	1,000	Ud	Gafas panorámicas líquidos	12,72	12,72	
			TOTAL PARTIDA.....			12,72
D41EA401		Ud	MASCARILLA ANTIPOLVO.			
			Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.			
U42EA401	1,000	Ud	Mascarilla antipolvo	2,84	2,84	
			TOTAL PARTIDA.....			2,84
D41EA410		Ud	FILTRO RECAMBIO MASCARILLA.			
			Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.			
U42EA410	1,000	Ud	Filtr.recambio masc.antipol.	0,69	0,69	
			TOTAL PARTIDA.....			0,69
D41EA601		Ud	PROTECTORES AUDITIVOS.			
			Ud. Protectores auditivos, homologados.			
U42EA601	1,000	Ud	Protectores auditivos.	7,89	7,89	
			TOTAL PARTIDA.....			7,89
D41EC401		Ud	CINTURON SEGURIDAD CLASE A.			
			Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.			
U42EC401	1,000	Ud	Cinturón de seguridad homologado	43,50	43,50	
			TOTAL PARTIDA.....			43,50

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
D41EC001		Ud	MONO DE TRABAJO.			
			Ud. Mono de trabajo, homologado CE.			
U42EC001	1,000	Ud	Mono de trabajo.	16,41	16,41	
TOTAL PARTIDA.....						16,41
D41EC010		Ud	IMPERMEABLE.			
			Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.			
U42EC010	1,000	Ud	Impermeable.	9,47	9,47	
TOTAL PARTIDA.....						9,47
D41EC520		Ud	CINTURON PORTAHERRAMIENTAS.			
			Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.			
U42EC520	1,000	Ud	Cinturón porta herramientas.	22,09	22,09	
TOTAL PARTIDA.....						22,09
D41EE020		Ud	PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM			
			Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignifugo, largo 34 cm., homologado CE.			
U42EE020	1,000	Ud	Par de guantes para soldador.	7,89	7,89	
TOTAL PARTIDA.....						7,89
D41EE401		Ud	MANO PARA PUNTERO.			
			Ud. Protector de mano para puntero, homologado CE.			
U42EE401	1,000	Ud	Protector de mano para punte.	2,84	2,84	
TOTAL PARTIDA.....						2,84
D41EE030		Ud	PAR GUANTES AISLANTES.			
			Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.			
U42EE030	1,000	Ud	P.de guantes aislante electri	28,40	28,40	
TOTAL PARTIDA.....						28,40
D41EE014		Ud	PAR GUANTES PIEL FLOR VAC.			
			Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.			
U42EE014	1,000	Ud	Par guantes piel vacuno	5,05	5,05	
TOTAL PARTIDA.....						5,05
D41EG001		Ud	PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR			
			Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.			
U42EG001	1,000	Ud	Par de botas de agua.	11,99	11,99	
TOTAL PARTIDA.....						11,99
D41EG015		Ud	PAR BOTAS SEGUR.PUNT.PIEL			
			Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.			
U42EG015	1,000	Ud	Par de botas seguri.con punt/plan.	42,50	42,50	
TOTAL PARTIDA.....						42,50
D41EG030		Ud	PAR BOTAS AISLANTES.			
			Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.			
U42EG030	1,000	Ud	Par de botas aislantes elect.	26,19	26,19	
TOTAL PARTIDA.....						26,19
D41EG401		Ud	PAR POLAINAS SOLDADOR			
			Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE.			
U42EG401	1,000	Ud	Par de polainas para soldador	10,41	10,41	
TOTAL PARTIDA.....						10,41

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS						
D41GA001	M2		RED HORIZONTAL PROTEC.HUECOS.			
			M2. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.			
U01AA008	0,080	Hr	Oficial segunda	12,38	0,99	
U01AA011	0,080	Hr	Peón ordinario	11,11	0,89	
U42GA001	0,300	M2	Red de seguridad h=10 m.	0,95	0,29	
U42GC005	3,000	Ud	Anclaje red a forjado.	0,32	0,96	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	3,10	0,09	
TOTAL PARTIDA.....						3,22
D41GA350	Ud		PASARELA MONTAJE FORJADO			
			UD. Pasarela para ejecución de forjados, realizada mediante tablonos de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).			
U01AA011	0,010	Hr	Peón ordinario	11,11	0,11	
U42GC205	4,500	MI	Tablón madera 0.20x0,07m-3 mt	3,00	13,50	
%0200001	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	13,60	0,41	
TOTAL PARTIDA.....						14,02
D41GA040	MI		CABLE DE ATADO TRAB.ALTURA			
			MI. Cable de seguridad para atado en trabajos de altura, sujeto mediante anclajes hormigonados y separados cada 2ml.i/montaje y desmontaje.			
U01AA008	0,060	Hr	Oficial segunda	12,38	0,74	
U01AA011	0,060	Hr	Peón ordinario	11,11	0,67	
U42GC030	0,300	MI	Cable de seguridad.	1,14	0,34	
U42GC005	3,000	Ud	Anclaje red a forjado.	0,32	0,96	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	2,70	0,08	
TOTAL PARTIDA.....						2,79

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION					
D41CA240	Ud	CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO.			
		Ud. Car tel indicat ivo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado			
U01AA011	0,200 Hr	Peón ordinario	11,11	2,22	
U42CA005	1,000 Ud	Cartel indic.nor.0.30x0.30 m	4,42	4,42	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	6,60	0,20	
TOTAL PARTIDA.....					6,84
D41CC230	MI	CINTA DE BALIZAMIENTO R/B.			
		MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.			
U01AA011	0,100 Hr	Peón ordinario	11,11	1,11	
U42CC230	1,000 MI	Cinta de balizamiento reflej.	0,13	0,13	
%0100000	3,000 %	Costes indirectos...(s/total)	1,20	0,04	
TOTAL PARTIDA.....					1,28

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA						
D41IA210		Ud	LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET.			
			Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.			
U42IA301	1,000	Ud	Limpieza y desinfección caseta	154,76	154,76	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	154,80	4,64	
TOTAL PARTIDA.....						159,40
D41IA201		H.	EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA			
			H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.			
U42IA201	1,000	H.	Equipo de limpiez.y conserv.	20,54	20,54	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	20,50	0,62	
TOTAL PARTIDA.....						21,16
SOP400		Ud	BOTIQUIN DE URGENCIA			
			Botiquin de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza de seguridad e higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.			
				Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA.....						74,06

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR						
D41AA410		Ud	A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO			
			Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.			
U42AA410	1,000	Ud	A.a/inod,ducha,lavab 3g,termo	178,75	178,75	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	178,80	5,36	
TOTAL PARTIDA.....						184,11
D41AE001		Ud	ACOMET.PROV.ELECT.A CASETA.			
			Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.			
U42AE001	1,000	Ud	Acomet.prov.elect.a caseta.	80,00	80,00	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	80,00	2,40	
TOTAL PARTIDA.....						82,40
D41AE101		Ud	ACOMET.PROV.FONTAN.A CASETA.			
			Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.			
U42AE101	1,000	Ud	Acomet.prov.fontan.a caseta.	75,20	75,20	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	75,20	2,26	
TOTAL PARTIDA.....						77,46
D41AE201		Ud	ACOMET.PROV.SANEAMT.A CASETA.			
			Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.			
U42AE201	1,000	Ud	Acomet.prov.saneamt.a caseta.	68,90	68,90	
%0100000	3,000	%	Costes indirectos...(s/total)	68,90	2,07	
TOTAL PARTIDA.....						70,97

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES			
D41EA001	Ud	CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			3,05
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con CINCO CÉNTIMOS			
D41EA201	Ud	PANT.SEGURID. PARA SOLDADURA. Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada CE.	
TOTAL PARTIDA.....			12,31
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS			
D41EA210	Ud	PANTALLA CONTRA PARTICULAS. Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada CE.	
TOTAL PARTIDA.....			13,25
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS			
D41EA213	Ud	PANTALLA MALLA METALICA Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnés de cabeza y visor de malla metálica, homologada CE.	
TOTAL PARTIDA.....			13,88
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
D41EA215	Ud	PANTALLA CORTOCIRCUITO ELEC. Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE	
TOTAL PARTIDA.....			34,01
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con UN CÉNTIMOS			
D41EA220	Ud	GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			11,36
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS			
D41EA230	Ud	GAFAS ANTIPOLVO. Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			2,52
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS			
D41EA235	Ud	GAFAS PANORAMICAS LIQUIDOS Ud. Gafas panorámicas contra líquidos con válvulas antiempañantes, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			12,72
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS			
D41EA401	Ud	MASCARILLA ANTIPOLVO. Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.	
TOTAL PARTIDA.....			2,84
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
D41EA410	Ud	FILTRO RECAMBIO MASCARILLA. Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.	
TOTAL PARTIDA.....			0,69
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
D41EA601	Ud	PROTECTORES AUDITIVOS. Ud. Protectores auditivos, homologados.	
TOTAL PARTIDA.....			7,89
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
D41EC401	Ud	CINTURON SEGURIDAD CLASE A. Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada CE.	
TOTAL PARTIDA.....			43,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
D41EC001	Ud	MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			16,41
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS			
D41EC010	Ud	IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			9,47
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
D41EC520	Ud	CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			22,09
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con NUEVE CÉNTIMOS			
D41EE020	Ud	PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignifugo, largo 34 cm., homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			7,89
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
D41EE401	Ud	MANO PARA PUNTERO. Ud. Protector de mano para puntero, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			2,84
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
D41EE030	Ud	PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.	
TOTAL PARTIDA.....			28,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS			
D41EE014	Ud	PAR GUANTES PIEL FLOR VAC. Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.	
TOTAL PARTIDA.....			5,05
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con CINCO CÉNTIMOS			
D41EG001	Ud	PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			11,99
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
D41EG015	Ud	PAR BOTAS SEGUR.PUNT.PIEL Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			42,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS			
D41EG030	Ud	PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			26,19
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISEIS EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS			
D41EG401	Ud	PAR POLAINAS SOLDADOR Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE.	
TOTAL PARTIDA.....			10,41
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS			
D41GA001	M2	RED HORIZONTAL PROTEC.HUECOS. M2. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.	
TOTAL PARTIDA.....			3,22
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con VEINTIDOS CÉNTIMOS			
D41GA350	Ud	PASARELA MONTAJE FORJADO UD. Pasarela para ejecución de forjados, realizada mediante tablonos de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).	
TOTAL PARTIDA.....			14,02
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con DOS CÉNTIMOS			
D41GA040	MI	CABLE DE ATADO TRAB.ALTURA MI. Cable de seguridad para atado en trabajos de altura, sujeto mediante anclajes hormigonados y separados cada 2ml.l./montaje y desmontaje.	
TOTAL PARTIDA.....			2,79
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION			
D41CA240	Ud	CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO. Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado	
TOTAL PARTIDA.....			6,84
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
D41CC230	MI	CINTA DE BALIZAMIENTO R/B. MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.	
TOTAL PARTIDA.....			1,28
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA			
D41IA210	Ud	LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET. Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.	
TOTAL PARTIDA.....			159,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS			
D41IA201	H.	EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante.	
TOTAL PARTIDA.....			21,16
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS			
SOP400	Ud	BOTIQUIN DE URGENCIA Botiquin de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza de seguridad e higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.	
Sin descomposición			
TOTAL PARTIDA.....			74,06
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO EUROS con SEIS CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR			
D41AA410	Ud	A.A/INOD.DUCHA LAVAB 3G,TERMO Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.	
TOTAL PARTIDA.....			184,11
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS con ONCE CÉNTIMOS			
D41AE001	Ud	ACOMET.PROV.ELECT.A CASETA. Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.	
TOTAL PARTIDA.....			82,40
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y DOS EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS			
D41AE101	Ud	ACOMET.PROV.FONTAN.A CASETA. Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.	
TOTAL PARTIDA.....			77,46
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
D41AE201	Ud	ACOMET.PROV.SANEAMT.A CASETA. Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.	
TOTAL PARTIDA.....			70,97
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS			

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES									
D41EA001	Ud CASCO DE SEGURIDAD. Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado C.E.						15,00	3,05	45,75
D41EA201	Ud PANT.SEGURID. PARA SOLDADURA. Ud. Pantalla de seguridad para soldadura, homologada C.E.						3,00	12,31	36,93
D41EA210	Ud PANTALLA CONTRA PARTICULAS. Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada C.E.						3,00	13,25	39,75
D41EA213	Ud PANTALLA MALLA METALICA Ud. Pantalla para protección contra partículas con arnés de cabeza y visor de malla metálica, homologada C.E.						3,00	13,88	41,64
D41EA215	Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELEC. Ud. Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada C.E.						6,00	34,01	204,06
D41EA220	Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS. Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas C.E.						15,00	11,36	170,40
D41EA230	Ud GAFAS ANTIPOLVO. Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas C.E.						15,00	2,52	37,80
D41EA235	Ud GAFAS PANORAMICAS LIQUIDOS Ud. Gafas panorámicas contra líquidos con válvulas antiempañantes, homologadas C.E.						6,00	12,72	76,32
D41EA401	Ud MASCARILLA ANTIPOLVO. Ud. Mascarilla antipolvo, homologada.						15,00	2,84	42,60
D41EA410	Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA. Ud. Filtro recambio mascarilla, homologado.						15,00	0,69	10,35
D41EA601	Ud PROTECTORES AUDITIVOS. Ud. Protectores auditivos, homologados.						15,00	7,89	118,35
D41EC401	Ud CINTURON SEGURIDAD CLASE A. Ud. Cinturón de seguridad clase A (sujeción), con cuerda regulable de 1,8 m. con guarda cabos y 2 mosquetones, homologada C.E.						9,00	43,50	391,50
D41EC001	Ud MONO DE TRABAJO. Ud. Mono de trabajo, homologado C.E.						15,00	16,41	246,15
D41EC010	Ud IMPERMEABLE. Ud. Impermeable de trabajo, homologado C.E.						15,00	9,47	142,05

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D41EC520	Ud CINTURON PORTAHERRAMIENTAS. Ud. Cinturón portaherramientas, homologado C.E.						6,00	22,09	132,54
D41EE020	Ud PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM Ud. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado C.E.						9,00	7,89	71,01
D41EE401	Ud MANO PARA PUNTERO. Ud. Protector de mano para puntero, homologado C.E.						9,00	2,84	25,56
D41EE030	Ud PAR GUANTES AISLANTES. Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados C.E.						9,00	28,40	255,60
D41EE014	Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VAC. Ud. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado C.E.						15,00	5,05	75,75
D41EG001	Ud PAR BOTAS AGUA MONOCOLOR Ud. Par de botas de agua monocolor, homologadas C.E.						15,00	11,99	179,85
D41EG015	Ud PAR BOTAS SEGUR.PUNT.PIEL Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas C.E.						15,00	42,50	637,50
D41EG030	Ud PAR BOTAS AISLANTES. Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas C.E.						15,00	26,19	392,85
D41EG401	Ud PAR POLAINAS SOLDADOR Ud. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas C.E.						6,00	10,41	62,46
TOTAL CAPÍTULO C0001 PROTECCIONES PERSONALES									3.436,77

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS									
D41GA001	M2 RED HORIZONTAL PROTEC.HUECOS. M2. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.						450,00	3,22	1.449,00
D41GA350	Ud PASARELA MONTAJE FORJADO UD. Pasarela para ejecución de forjados, realizada mediante tablonces de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).						12,00	14,02	168,24
D41GA040	MI CABLE DE ATADO TRAB.ALTURA MI. Cable de seguridad para atado en trabajos de altura, sujeto mediante anclajes hormigonados y separados cada 2ml./montaje y desmontaje.						9,00	2,79	25,11
TOTAL CAPÍTULO C0002 PROTECCIONES COLECTIVAS.....									1.642,35

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION									
D41CA240	Ud CARTEL INDICAT.RIESGO SIN SO. Ud. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m., sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado						24,00	6,84	164,16
D41CC230	MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B. MI. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.						900,00	1,28	1.152,00
TOTAL CAPÍTULO C0003 SEÑALIZACION.....									1.316,16

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA									
D41IA210	Ud LIMPIEZA Y DESINFECCION CASET. Ud. Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas.						6,00	159,40	956,40
D41IA201	H. EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERVA H. Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2º y de ayudante.						60,00	21,16	1.269,60
SOP400	Ud BOTIQUIN DE URGENCIA Botiquin de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. Ordenanza de seguridad e higiene del 9-3-71 Art. 38 a 43.						9,00	74,06	666,54
TOTAL CAPÍTULO C0004 MEDICINA PREVENTIVA.....									2.892,54

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR									
D41AA410	Ud A.A/INOD,DUCHA LAVAB 3G,TERMO Ud. Més de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 3.25x1.90 m. con un inodoro, una ducha, un lavabo con tres grifos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.						1,00	184,11	184,11
D41AE001	Ud ACOMET.PROV.ELECT.A CASETA. Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.						1,00	82,40	82,40
D41AE101	Ud ACOMET.PROV.FONTAN.A CASETA. Ud. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.						1,00	77,46	77,46
D41AE201	Ud ACOMET.PROV.SANEAMT.A CASETA. Ud. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.						1,00	70,97	70,97
TOTAL CAPÍTULO C0005 INSTALACIONES DE BIENESTAR									414,94
TOTAL.....									9.702,76

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C0001	PROTECCIONES PERSONALES.....	3.436,77	35,42
C0002	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	1.642,35	16,93
C0003	SEÑALIZACION.....	1.316,16	13,56
C0004	MEDICINA PREVENTIVA.....	2.892,54	29,81
C0005	INSTALACIONES DE BIENESTAR.....	414,94	4,28
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		9.702,76	
	13,00% Gastos generales.....	1.261,36	
	6,00% Beneficio industrial.....	582,17	
SUMA DE G.G. y B.I.		1.843,53	
	21,00% I.V.A.	2.424,72	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		13.971,01	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		13.971,01	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRECE MIL NOVECIENTOS SETENTA Y UN EUROS con UN CÉNTIMOS

, a 21 DE NOVIEMBRE DE 2012.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA

MIGUEL SANZ